ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude biologique de l'Epicea* (Picea excelsa). Note de M. J. COSTANTIN.

Les recherches sur les fructifications des mycorhizes étant longues et difficiles, il est utile d'être guidé dans cette étude par des observations faites sur le terrain. J'ai pu, en 1923, prévoir que le Bolet granulé devait être en connexion symbiotique avec le Pin sylvestre. A la suite d'expériences qui ont duré trois années, faites en collaboration avec M. Dufour, l'influence du mycelium de Bolet granulé sur la croissance du Pin et sur sa résistance au dépérissement ont pu se manifester nettement [1]. Ces résultats s'expliquaient grâce à la symbiose existant avec les racines, fait établi d'abord par M. Elias Melin par la méthode des cultures aseptiques (1923, 1924).

Pour que les observations faites sur place donnent des renseignements de valeur incontestable, de manière à orienter les expériences ultérieures, il est nécessaire que la saison soit favorable et que la poussée des Champignons se manifeste avec intensité et d'une manière générale. Il y a lieu, d'autre part, de grandement tenir compte de l'apparition de ce que j'ai appelé des « étoiles de sorcières », qui dessinent à la surface du sol en fructifications fongiques les racines d'un arbre s'irradiant à partir d'un tronc. Les conditions qui viennent d'être mentionnées ont été remplies en 1927 dans les Alpes de Savoie (vallée de Chamonix) et j'ai porté mon attention sur deux arbres très abondants, le Mélèze et l'Epicea.

---

(1) COSTANTIN et DUFOUR, *Sur les relations du Pin sylvestre et du Bolet granulé* (*Ann. sc. nat., Bot.*, 10e série, 9, 1927, p. 271).

Les études faites sur le terrain dans les forêts exclusivement formées de Mélèzes avaient pour but de vérifier, par des observations faites sur une large échelle, un résultat affirmé à peu près simultanément par M. Melin (1922, 1925) et par M. Hammarlund (1923), que le *Boletus flavus* est le Champignon qui s'associe avec les racines du *Larix europæ*. Ce fait ayant été établi par plusieurs méthodes expérimentales, il paraissait très intéressant de le contrôler par des observations sur place.

Partout dans les forêts uniquement formées de Mélèzes, avec une régularité saisissante, j'ai constaté qu'il n'y avait au pied de ces arbres que le *Boletus flavus* et, de plus, partout des étoiles de sorcières apparaissaient dessinées sur le sol par cette espèce.

Ces constatations confirmatives contribuaient donc à donner aux observations une grande valeur. Aussi m'a-t-il paru très intéressant de mentionner les remarques que j'ai pu faire au sujet de l'Epicea.

Parmi les espèces mentionnées, en 1925, par M. Elias Melin comme vivant en symbiose avec le *Picea excelsa* il note : *Amanita muscaria*, *Cortinarius balteatus*, *Lactarius deliciosus* (méthode aseptique); parmi les types fongiques indéterminés extraits des racines en culture pure à l'état stérile, il a obtenu : *Mycelium radicis Abietis*, *M. radicis sylvestris* α, β, γ.

J'ai observé à plusieurs reprises l'Amanite tue-mouches et le Lactaire délicieux sous les *Picea*, mais jamais d'une manière abondante, et, en aucun cas, je n'ai vu ces fructifications se constituer en étoiles. Ces espèces n'ont probablement qu'une importance très subordonnée comme mycorhizes, au moins dans les Alpes de Savoie.

J'ai eu l'occasion dans trois régions différentes de la vallée de Chamonix (forêt de l'Aiguillette de Balme ou montagne des Posettes; au Planet de Montroc, forêt de Piclère; forêt conduisant au chalet du Plan de l'Aiguille), d'observer au pied de certains Epiceas un développement véritablement extraordinaire du *Polyporus ovinus*. Ce Champignon (appelé vulgairement croquette des sapinières et, dans la région de Chamonix, pied de mouton) formait des agglomérations d'une très grande abondance qui suivaient les racines et adhéraient à elles fortement; cela était très évident sur les racines émergeant du sol. Ces fructifications dessinaient au pied des arbres des étoiles de sorcières et, en même temps, les rayons de ces étoiles étaient réunis latéralement par des ronds de sorcières; on avait donc affaire à des étoiles-ronds de sorcières. L'abondance de ces Champignons était telle que j'ai pu compter, en un cas, près de deux cents fructifications au pied d'un arbre. En un autre point, j'ai récolté la moitié environ des Polypores poussant autour d'un pied et j'ai obtenu 3^{kg} de matière fongique qui, comme on sait, est comestible et consommée dans beaucoup de contrées.

Je dois ajouter que, d'une manière très fréquente, j'ai observé des étoiles de sorcières constituées par des Champignons appartenant au *Pholiota caperata*.

Les caractères qui viennent d'être mentionnés laissent penser que les deux espèces fongiques précédentes peuvent vivre en association avec les racines de l'Epicea. Comme elles n'ont pas été mentionnées jusqu'ici parmi

les espèces susceptibles de faire des mycorhizes, elles méritent d'être signalées en vue d'expériences à entreprendre avec elles pour vérifier si le mycelium de chacune d'elles a une influence sur le développement des arbres.

ÉCONOMIE POLITIQUE. — *Contre la création légale d'un nouveau franc-or de valeur réduite*. Note de M. CH. LALLEMAND.

De divers côtés, soi-disant pour alléger le poids intolérable de la Dette publique et pour rendre au pays la monnaie stable qu'il réclame, on propose de créer un nouveau franc-or, de valeur réduite, qui remplacerait notre unique étalon monétaire actuel, le franc légal, défini par la loi du 7 germinal, an VI, — partie intégrante du Système métrique à la fondation duquel l'Académie des Sciences s'honore d'avoir largement contribué.

Or, la prétendue *stabilisation* dont il s'agit ne se justifierait en rien, car, moyennant quelques mesures de simple équité, les charges de la Dette peuvent être, sinon allégées, du moins rendues supportables.

Si, en effet, pour chacun des emprunts faits par l'État, avant, pendant et après la guerre, on ramène le montant nominal à la valeur-or correspondante, versée par les souscripteurs et facile à calculer d'après le cours du change de la devise la plus appréciée, on obtient, avec les avances de la Banque de France, un total d'environ 100 milliards de francs-or, dont le remboursement, effectué par exemple, au moyen d'un emprunt-or à 3 $^1/_2$ pour 100, taux courant d'avant-guerre, exigerait une annuité de 3,5 milliards de francs-or.

Sans nouvel accroissement de charges, cette somme pourrait, dans le budget actuel, être prélevée sur les 5 milliards de francs-or affectés aux services de la Dette et de l'Amortissement.

De même, à l'instar de la liquidation des assignats, opérée de la sorte, en l'an VI, sans aucunes difficultés, on réglerait, sur la base équitable des engagements réellement pris, les dettes de toutes natures, ramenées à leur valeur-or d'origine, contractées par les Départements, les Communes, les Établissements publics, les Compagnies, les Sociétés diverses et les particuliers.

Quant à la monnaie stable, on pourrait l'obtenir sans modifier en rien ni les salaires, ni les traitements, ni les impôts, ni le prix des choses et le coût de la vie — en un mot sans troubler aucune habitude. Il suffirait, pour cela, de faire échanger, par la Banque de France, le franc-papier contre les

20 centimes-or qui représentent son cours actuel, — opération facile et sans danger puisque, à ce taux, les 60 milliards de francs-papier des billets en circulation seraient couverts et garantis en totalité par les 12 milliards de francs-or de l'Encaisse, du Portefeuille et des Devises achetées à ce jour.

Le double règlement ainsi opéré concilierait, on le voit, « le juste avec le possible », tandis que l'institution d'un nouveau franc-or, de valeur légale ravalée au cours du franc-papier, constituerait, à l'égard des créanciers de toutes natures, une escroquerie sans excuse.

Pour ce qui la touche, l'Académie des Sciences aurait, en ce dernier cas, un double motif de protester : contre l'atteinte ainsi portée au Système métrique et contre la violation flagrante infligée aux volontés des fondateurs de ses legs et aux intérêts des savants qui sont ses lauréats.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse du saccharose.* Note (1) de MM. **Amé Pictet** et **H. Vogel**.

Les belles recherches de Haworth et de Irvine ont montré que le fructose (lévulose) ne possède pas la même constitution chimique lorsqu'il est engagé dans une de ses combinaisons naturelles (sucre de canne, inuline) et lorsqu'il en a été retiré. On doit donc admettre qu'il peut exister sous deux formes isomériques dont l'une, à laquelle on a donné le nom de γ-fructose, est instable et se transforme spontanément dans l'autre, dite fructose normal, dès qu'elle est mise en liberté. Haworth et ses collaborateurs (2) ont rendu très probable que les formules qui doivent être attribuées à ces deux formes sont les suivantes :

```
    CH²OH            CH²OH
     |                |
  ┌—COH            ┌—COH
  |  |             |  |
  |  CHOH          |  CHOH
  O  |             O  |
  |  CHOH          |  CHOH
  |  |             |  |
  └—CH             |  CHOH
     |             |  |
    CH²OH          └—CH²
  γ-Fructose.    Fructose normal.
```

(1) Séance du 27 février 1928.

(2) *Journal of the Chemical Society*, 1927, p. 1513 et 2308.

Il résulte de ces faits que si l'on voulait chercher à réaliser une synthèse du saccharose par l'union de ses deux constituants, le glucose et le fructose, on ne saurait y arriver en utilisant le second de ces sucres sous sa forme normale, la seule qui soit à notre disposition. Il serait nécessaire de le prendre à l'état de l'un de ses dérivés artificiels dans lesquels il se trouve sous la forme γ. On en connaît quelques-uns (dérivés méthylés, éthylés, carbométhoxylés), mais aucun d'eux ne pourrait se prêter à l'opération en question, car les groupes substituants qu'ils contiennent sont trop solidement liés au reste de la molécule pour qu'on puisse espérer les en détacher une fois la condensation avec le glucose accomplie.

La synthèse du saccharose exige donc l'obtention préalable d'un dérivé du γ-fructose ne contenant que des substituants d'une séparation relativement facile. L'observation suivante nous a fourni un corps qui remplit cette condition :

Nous avons trouvé que lorsqu'on prépare le tétracétate de fructose normal selon le procédé de Hudson et Brauns [1], c'est-à-dire en traitant le fructose, à basse température, par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc, et en faisant cristalliser le produit dans l'alcool, il se forme, en petite quantité, un second composé qui reste dans les eaux mères.

En évaporant celles-ci dans le vide, nous avons obtenu un sirop épais qui, au contact de l'eau froide, s'est converti lentement en une masse solide et vitreuse. Nous n'avons pas réussi jusqu'ici à amener ce corps à l'état cristallisé; toutefois son analyse et le fait qu'il réduit facilement la liqueur cupropotassique nous ont montré qu'il constituait un second tétracétate. D'autre part, son pouvoir rotatoire très inférieur à celui du tétracétate normal pouvait laisser supposer qu'il appartenait à la série γ. La formation d'un dérivé de cette nature s'expliquerait en admettant [ce qui a du reste été soupçonné déjà par Ohle [2]], que lorsque le fructose entre en solution, il s'établit un équilibre entre sa forme normale et sa forme γ. Cela aurait lieu dans l'anhydride acétique comme dans tout autre solvant; chacune des formes s'acétylerait ensuite pour son compte. Dans les conditions de notre expérience, l'équilibre semble se faire approximativement entre 97 parties de fructose normal et 3 parties de fructose γ.

Il eût été facile de nous assurer de la nature γ du nouvel acétate en le méthylant, puis en saponifiant le produit ; on devait obtenir ainsi le méthyl-γ-

---

(1) *Journal of the American Chemical Society*, 37, 1915, p. 2739.

(2) *Berichte der d. chem. Gesellschaft*, 60, 1927, p. 1168.

fructoside préparé par Irvine. Mais un autre moyen, plus simple encore, se présentait, c'était de le combiner au tétracétate de glucose; il devait alors, s'il dérivait vraiment du γ-fructose, engendrer l'octacétate de saccharose, selon l'équation suivante :

```
                          CH²O(C²H³O)                        CH²O(C²H³O)
                          |                                  |
 ┌─CH — OH          HO — C─────────────┐      ┌─CH────O─────C──────────────┐
 │ |                      |             │      │ |            |              │
 │ CHO(C²H³O)             CHO(C²H³O)    │      │ CHO(C²H³O)   CHO(C²H³O)     │
 │ |                      |             │      │ |            |              │
 O CHO(C²H³O)  +          CHO(C²H³O)    O  =   O CHO(C²H³O)   CHO(C²H³O)     O + H²O
 │ |                      |             │      │ |            |              │
 │ CHO(C²H³O)             CH────────────┘      │ CHO(C²H³O)   CH─────────────┘
 │ |                      |                    │ |            |
 └─CH                     CH²O(C²H³O)          └─CH           CH²O(C²H³O)
   |                                             |
   CH²O)C²H³O)                                   CH²O(C²H³O)

 Tétracétate
 de glucose.      Tétracétate de γ-fructose.        Octacétate de saccharose.
```

Nous avons procédé à cette expérience en dissolvant dans le chloroforme des poids égaux de notre tétracétate et de celui du glucose [préparé selon les indications de E. Fischer et Delbrück (1)], et nous avons agité cette solution pendant 15 heures avec de l'anhydride phosphorique. Évaporée ensuite dans le vide, elle a laissé un résidu sirupeux qui, repris par l'alcool chaud, a abandonné par le refroidissement de beaux cristaux. Ceux-ci ont présenté les principaux caractères de l'octacétate de saccharose :

Point de fusion de nos cristaux	70°
» de l'octacétate de saccharose	70
» de leur mélange	70
Pouvoir rotatoire en solution dans le chloroforme	+ 59°,4
Pouvoir rotatoire de l'octacétate de saccharose	+ 60°,0

Il convient de noter que nous avons obtenu le même corps dans deux séries d'expériences, dans l'une desquelles notre point de départ était un fructose préparé par interversion du saccharose, et dans l'autre un fructose retiré de l'inuline.

La saponification de notre octacétate de synthèse, effectuée selon le procédé de Zemplen, nous a enfin fourni un disaccharide anhydre et non réducteur, de structure cristalline et de saveur très sucrée. La comparaison de ses principales propriétés avec celles du sucre de canne nous a donné les chiffres suivants :

(1) *Berichte der d. chem. Gesellschaft*, **42**, 1909, p. 2776.

Analyse (pour 100). — C 42,3; H 6,6 (calculé pour $C^{12}H^{22}O^{11}$: 42,1 et 6,5).
Cryoscopie dans l'eau. — Poids moléculaire trouvé : 344 (calculé 342).

Point de fusion de notre sucre		183°
»	du saccharose	184
»	de leur mélange	184
Pouvoir rotatoire en solution aqueuse	de notre sucre ($c = 5{,}07$)	+66°,3
	du saccharose à la même concentration	+66,5
	de notre sucre après interversion	—20,6
	du saccharose après interversion	—20,7

De la concordance de ces chiffres on doit conclure à l'identité des deux substances.

Il nous restera à préciser quelques points concernant les produits intermédiaires de cette synthèse, ainsi qu'à entrer dans plus de détails sur l'ensemble de nos opérations. Ces indications complémentaires seront publiées dans un autre Recueil.

M. **J. Hadamard** fait hommage à l'Académie de la deuxième édition, publiée en collaboration avec M. Mandelbrojt, de son ouvrage *La série de Taylor et son prolongement analytique*.

NOMINATIONS.

M. **P. Weiss** est désigné pour représenter l'Académie aux fêtes du 25e anniversaire de la *Sociedad Espanola de Fisica y Quimica* de Madrid.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de vouloir bien désigner un des membres de la Section de Botanique pour occuper, dans la première section de la *Caisse des recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. *L. Guignard*.

M. **Henri Coupin** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Botanique par le décès de M. *L. Guignard*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *La théorie de la Relativité et la Mécanique céleste*, par Jean Chazy. Tome I. (Présenté par M. M. Brillouin.)

2° Auguste Lumière. *La Vie, la Maladie et la Mort. Phénomènes colloïdaux.*

3° V. Nechvile, *Recherches sur les mouvements propres de* 3802 *étoiles* et diverses notes sur le même sujet.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'ensemble des discontinuités de première espèce*. Note de M. **Alex. Froda**, transmise par M. Émile Borel.

La proposition qui suit généralise une propriété implicitement contenue dans la démonstration d'un théorème de G. Darboux [*Mémoire sur les fonctions discontinues* (art. VI, p. 91, des *Annales de l'École Normale*, 2e série, 4, 1875)] et qu'on pourrait énoncer aujourd'hui :

Une fonction uniforme de variable réelle $f(x)$, qui ne possède que des discontinuités de première espèce, n'en possède qu'une infinité dénombrable, tout au plus.

Voici la proposition, beaucoup plus générale, que nous allons établir :

Une fonction uniforme de variable réelle $f(x)$ ne peut posséder tout au plus qu'une infinité dénombrable de discontinuités de première espèce.

On entend, comme d'habitude, par point de discontinuité de *première espèce* de $f(x)$, un point ξ, tel que $f(\xi+h)$ et $f(\xi-h)$ tendent séparément vers une limite déterminée, lorsque h tend vers zéro par des valeurs positives. Toute discontinuité qui n'est pas de première espèce est dite de *seconde espèce*.

La démonstration de la propriété énoncée s'effectue à l'aide des étapes suivantes :

1° Soit $\omega(x)$ l'oscillation de $f(x)$ au point x. Lorsque x tend vers un point de discontinuité ξ de première espèce, par des valeurs supérieures à ξ, $\omega(x)$ tend vers zéro et de même si x tend vers ξ par des valeurs inférieures à ξ.

2° Tout point ξ, limite des points x, de discontinuité de première espèce, où $\omega(x) \geqq \alpha > 0$, ne peut être qu'un point de discontinuité de seconde espèce (selon 1°), car il est impossible que $\omega(x)$ tende, de quelque manière que x tend vers ξ, vers une valeur inférieure à α positif. Cette impossibilité découle de la simple définition d'une valeur limite.

3° Donnons-nous une suite de nombres positifs décroissant vers zéro : $\alpha, \frac{\alpha}{2}, \ldots, \frac{\alpha}{2^q}, \ldots$. Désignons par E_q l'ensemble des points ξ de discontinuité où $\omega(\xi) \geqq \frac{\alpha}{2^q}$. Si tous les ensembles E_q d'une fonction $f(x)$ étaient dénombrables, l'ensemble E de toutes les discontinuités de $f(x)$ serait dénombrable, en tant que somme des E_q. Si donc E était non dénombrable, l'un au moins des E_q devrait l'être aussi.

4° On sait qu'un ensemble non dénombrable, ouvert ou non, *contient* toujours un noyau de points de condensation (selon Lindelöf), c'est-à-dire un ensemble non dénombrable de points limites.

5° E_q est un ensemble de points x_q de discontinuité de première espèce, où $\omega(x_q) \geqq \frac{\alpha}{2_q}$. Si E_q était non dénombrable, E_q contiendrait sûrement des points limites (selon 4°), points qui seraient de première espèce, comme points de E_q. D'autre part (selon 2°), les points limites de x_q ne peuvent être des points de discontinuité de première espèce, puisque $\omega(x_q) \geqq \frac{\alpha}{2_q} > 0$. Il est donc impossible que E_q et donc E soient non dénombrables.

La démonstration précédente suggère une série de résultats sur la distribution des discontinuités d'une fonction uniforme de n variables réelles.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur quelques généralisations des fonctions presque périodiques*. Note de M. **A. Kovanko**, transmise par M. Émile Borel.

Nous avons énoncé [1] quelques généralisations de la notion de la presque-périodicité.

Nos définitions (A), (B), (C), (B′), (C′) peuvent être généralisées de la manière suivante :

Nous disons que $f(x)$ $(-\infty < x < +\infty)$ est asymptotiquement [2]

---

[1] *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 354.
[2] Brièvement (a, b).

borné, si, quel que soit $\varepsilon > 0$, il est possible de trouver un nombre $M > 0$, ayant la propriété suivante :

Soit E_n l'ensemble des points, sur $I_n = (n, n+1)$ ($n =$ entier), où l'inégalité $|f(x)| < M$ n'a pas lieu ;

Soit K_m le nombre d'intervalles I_n sur $(0, m)$, où $\text{Mes}\,E_n < \varepsilon$;

Alors il existe un nombre $m_0 > 0$ tel que $\frac{K_m}{m} > 1 - \varepsilon$ pour $m > m_0$.

Conformément aux définitions (A), (B), (C), (B′), (C′), nous prenons les conditions $(\overline{A})$, $(\overline{B})$, $(\overline{C})$, $(\overline{B}')$, $(\overline{C}')$.

Définition $(\overline{A})$. — $f(x)$ est (a, b). Quels que soient $\varepsilon > 0$ et $\tau_0 > 0$ il est possible de trouver deux nombres $l(\varepsilon) > 0$ et $m_0(\varepsilon, \tau_0) > 0$, tels que sur chaque intervalle de longueur l il existe une presque-période τ de la propriété suivante : Soit E_n l'ensemble des points de $I_n = (n, n+1)$ ($n =$ entier), sur lequel l'inégalité

$$|f(x+\tau) - f(x)| < \varepsilon \qquad [\text{pour } |\tau| < \tau_0]$$

n'a pas lieu

Soit K_m le nombre d'intervalles I_n sur $(0, m)$, où $\text{Mes}\,E_n < \varepsilon$, alors $\frac{K_m}{m} > 1 - \varepsilon$ pour $m > m_0$.

Définitions $(\overline{B})$ *et* $(\overline{C})$. — $f(x)$ est (a, b).

Soient $\varepsilon > 0$ et $\tau_0 > 0$ deux nombres quelconques, alors il existe deux nombres $l(\varepsilon)$ et $X_0(\varepsilon, \tau_0)$, tels que dans chaque intervalle de longueur l il existe une presque-période τ de la propriété suivante :

$$\frac{1}{X}\int_0^X |f(x+\tau) - f(x)|^\rho \, dx < \varepsilon \qquad (\text{pour } X > X_0 \text{ et } |\tau| < \tau_0).$$

Si $\rho = 1$, nous avons $(\overline{B})$, et si $\rho = 2$, nous avons $(\overline{C})$.

Si aux conditions énoncées dans les définitions $(\overline{B})$ et $(\overline{C})$ nous ajoutons que $[f(x)]^\rho$ soit uniformément sommable, nous avons alors les définitions : $(\overline{B}')$ pour $\rho = 1$, et $(\overline{C}')$ pour $\rho + 2$.

Tous les théorèmes que nous avons énoncés dans notre Note [1] restent justes conformément aux définitions $(\overline{A})$, $(\overline{B})$, $(\overline{C})$, $(\overline{B}')$, $(\overline{C}')$ au lieu des définitions (A), (B), (C), (B′), (C′). Ces dernières sont des cas particuliers des premières.

---

[1] *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 354.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les solutions périodiques à périodes très longues*. Note de M. G. **Vranceanu**, présentée par M. Hadamard.

Dans une Note précédente [1], j'ai remarqué que, dans le cas où l'équation caractéristique relative au point d'équilibre a au moins deux racines nulles, on peut avoir des solutions périodiques à périodes très longues. Je vais indiquer dans cette Note les résultats qu'on obtient dans le cas de deux équations canoniques

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial y}, \qquad \frac{dy}{dt} = \frac{\partial F}{\partial x} \tag{1}$$

qui possèdent, par conséquent, l'intégrale première

$$F = F_m + F_{m+1} + \ldots + F_n + \ldots = c, \tag{2}$$

où F_n sont des polynomes homogènes en x et y du degré n. On sait que si $m = 2$ et F_2 est une forme quadratique définie positive (ou négative), le point d'équilibre s'appelle un « centre » d'après Poincaré, les courbes intégrales $F = c$ étant fermées pour c assez petit. De plus les solutions des équations (1) sont périodiques avec des périodes qui restent finies pour toutes les courbes $F = c' < c$.

1. Pour avoir des centres pour $m > 2$, il suffit que m soit pair et F_m une forme définie. En effet les courbes intégrales $F = c$, pour c assez petit, sont encore des courbes fermées. Quelle est la forme des solutions des équations (1) dans ce cas?

Supposons que $m = 4$ et F_4 est une forme définie qui, par des transformations linéaires à coefficients réels des variables x, y, peut être toujours mise sous la forme canonique

$$F_4 = (x^2 + y^2)^2 + 4a^2x^2y^2. \tag{3}$$

En introduisant les coordonnées polaires ρ et θ, avec les conditions initiales $\rho = \rho_0$, $\theta = \theta_0$, l'équation (2) s'écrit

$$\rho^4(1 - \mu\cos 4\theta) + \rho^5 F_5(\cos\theta, \sin\theta) + \ldots = \rho_0^4(1 - \mu\cos 4\theta_0) + \ldots \tag{4}$$

$$\left(\mu = \frac{a^2}{2 + a^2} < 1\right).$$

---

[1] *Sur les solutions périodiques complètement stables* (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 626).

L'équation (4) nous permet de tirer

$$\rho = \rho_0(1 - \mu \cos 4\theta)^{-\frac{1}{4}} \varphi(\rho_0), \tag{5}$$

où $\varphi(\rho_0)$ est une fonction holomorphe de ρ_0 à coefficients périodiques en θ et $\varphi(0) = (1 - \mu \cos 4\theta_0)^{\frac{1}{4}} \neq 0$.

En vertu de la formule (5) l'équation qui sert à définir la variable θ s'écrit

$$\frac{d\theta}{dt} = \rho_0^2(1 - \cos 4\theta)^2 \varphi_1(\rho_0), \tag{6}$$

$\varphi_1(\rho_0)$ ayant les mêmes propriétés que $\varphi(\rho_0)$. Il en résulte que pour des valeurs assez petites de ρ_0, θ est une fonction croissante de t. Les variables x et y sont par conséquent des fonctions périodiques en t avec la période

$$2T = \frac{K(\rho_0)}{\rho_0^2}, \tag{7}$$

les coefficients de ces fonctions, de même que $K(\rho_0)$, étant des fonctions holomorphes de ρ_0 et $K(0) \neq 0$. La formule (7) nous dit précisément que la période T devient infiniment grande, quand ρ_0 est infiniment petit ([1]). Dans le cas général $m = 2p$, F_{2p} étant une forme définie, les mêmes considérations sont valables, seulement dans la formule (7) au lieu de ρ_0^2 au dénominateur, nous aurons ρ_0^{2p-2}.

ÉLASTICITÉ. — *Cas d'équilibre d'élasticité d'un cylindre creux.* Note de M. **Belzecki**, présentée par M. Mesnager.

Envisageons le cas où les trois rotations sont nulles. La dilatation cubique θ doit être constante ou nulle. Le cas $\theta = \text{const.}$ est connu, il reste à examiner le cas $\theta = 0$. Dans cette condition il existe une fonction des déplacements

$$\Delta F = \theta = 0.$$

Supposons que les forces extérieures ne dépendent pas de φ. La fonction F doit satisfaire à l'équation

$$\frac{\partial^2 F}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial F}{\partial r} + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = 0.$$

([1]) Voir Paul Appell, *Sur les petites oscillations d'un système autour d'une position d'équilibre stable* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 487).

La solution de cette équation est

$$F = A\, f(r)\left[q + \int \frac{dr}{r f^2(r)}\right]\left[\sin k\left(\frac{h}{2} - z\right) + \cos k\left(\frac{h}{2} - z\right)\right] = F_r F_z,$$

$$f(r) = 1 + \frac{k^2 r^2}{4} + \frac{k^4 r^4}{4 \cdot 4^2} + \frac{k^6 r^6}{3^2 \cdot 4 \cdot 4^3} + \ldots + a_{2n-2} \frac{k^2 r^{2n}}{4 n^2} + \ldots,$$

A et q étant des constantes arbitraires, $k = \frac{\pi}{2h}$, h est la hauteur du cylindre. Les déplacements et les forces seront

$$(1) \qquad u = F'_r F_z, \quad v = 0, \quad w = k F_r F'_z,$$

$$(2) \qquad \begin{cases} R = 2\mu F''_r F_z, \quad \Phi = \frac{2\mu}{r} F'_r F_z, \quad Z = -2\mu k^2 F_r F_z, \\ T_{12} = T_{01} = 0, \quad T_{02} = \mu\, 2 \frac{\partial w}{\partial r}. \end{cases}$$

On manque de constantes arbitraires pour satisfaire à toutes les conditions relatives aux surfaces. Néanmoins, on pourra obtenir une solution approximative. En prenant les dérivées successives de l'équation

$$\frac{d^2 F_r}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dF_r}{dr} - k^2 F_r = 0;$$

on verra qu'en général $\frac{d^n F_r}{dr^n}$ est d'ordre $\frac{1}{r_1^n}$ (nous supposons r et h de même ordre).

Annulant R pour r quelconque, assez grand, on rendra approximativement $R = 0$ dans le domaine $r = a$, $r = b$. Nous supposons l'intervalle (ab) petit par rapport à r. Les forces T_{02}, nulles pour $z = 0$, sont constamment différentes de zéro pour $z \neq 0$. Étant équilibrées entre elles sur les surfaces extérieures, elles compriment le cylindre.

Les formules se simplifieront si nous prenons l'intervalle (ab) assez petit pour que l'on puisse, sans erreur sensible, poser $r = nh$. Le nombre n est assujetti à la condition de convergence des séries. Posons, pour fixer les idées, $r = h$.

Dans ce cas, d'après les formules générales (1) et (2), nous obtenons :

$$f(r) = \alpha, \qquad f'(r) = \frac{\pi^2 \beta}{4r}; \qquad f''(r) = \frac{\pi^2 \gamma}{4r^2},$$

$$F_r = A\alpha\left[q + \frac{\ln r}{\alpha^2}\right], \qquad F'_r = \frac{A}{r}\left[\frac{\pi^2 \beta}{4}\left(q + \frac{\ln r}{\alpha^2}\right) + \frac{1}{\alpha}\right],$$

$$F''_r = \frac{A}{r^2}\left[\frac{\pi^2 \gamma}{4}\left(q + \frac{\ln r}{\alpha^2}\right) - \frac{1}{\alpha}\right].$$

En posant $F''_r = 0$ nous trouvons

$$u = \frac{A}{\alpha r}\left(\frac{\beta}{\gamma}+1\right) = \frac{A}{\alpha r}\delta, \qquad w = \frac{2A}{\pi\gamma r}, \qquad Z = -\frac{2\mu A}{\gamma r^2} = -\frac{1{,}98\mu A}{r^2},$$

$$R = 0, \qquad \Phi = \frac{2\mu A}{\alpha r^2}\delta = \frac{1{,}94\mu A}{r^2}, \qquad T_{02} = \frac{\mu\pi A\delta}{\alpha r^2} = \frac{0{,}96\mu\pi A}{r^2}.$$

Soient P, — P deux forces qui compriment le cylindre

$$Z_1 = -\frac{P}{2ur^2\ln\frac{a}{b}}, \qquad T_{02} = \frac{0{,}25P}{r^2\ln\frac{a}{b}},$$

$$u = \frac{P\gamma\delta}{4\mu\pi\alpha r\ln\frac{a}{b}}, \qquad w = \frac{P}{2\mu\pi^2 r\ln\frac{a}{b}}.$$

Le terme $r\ln\frac{a}{b}$ est sensiblement égal à l'épaisseur de l'enveloppe cylindrique.

Le cylindre est comprimé par les forces Z appliquées aux bases du cylindre, et par les forces tangentielles appliquées à la surface cylindrique.

L'enveloppe cylindrique sera légèrement fléchie par les forces T_{02}, les rotations restent nulles.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les figures d'équilibre d'une masse fluide hétérogène*. Note de M. **R. Wavre**, présentée par M. Hadamard.

Nous appellerons *stratification* la répartition des surfaces d'égale densité au point de vue strictement géométrique. Ces surfaces seront de révolution autour de l'axe polaire. Soient ω la vitesse angulaire, ρ la densité, ε la constante de l'attraction universelle et g l'intensité de la pesanteur. Appelons encore *densité transformée* l'expression

$$f = -4\pi\varepsilon\rho + 2\omega^2. \tag{1}$$

Soient enfin t et θ deux coordonnées curvilignes orthogonales dans un plan méridien ; t caractérisera les surfaces d'égale densité et θ les lignes de force de la pesanteur. Quoique ceci n'ait rien d'essentiel, l'axe polaire sera $\theta = 0$ et t sera la distance, comptée sur cet axe, de la surface libre $t = 0$ à la surface t. Soient enfin c le double de la courbure moyenne des surfaces t et dn un élément de normale dirigé vers l'intérieur. Dans notre Note précédente nous avons donné la formule rigoureuse de l'accroissement de la

pesanteur avec la profondeur, formule qui s'écrit dans le cas de l'équilibre relatif

(2) $$\frac{dg}{dt}=(cg+f)\,\frac{dn}{dt}.$$

D'autre part l'existence du potentiel de la pesanteur implique, comme on sait, la relation vraie quelles que soient les lignes de forces θ' et θ''

(3) $$\left(g\frac{dn}{dt}\right)_{\theta'}=\left(g\frac{dn}{dt}\right)_{\theta''}.$$

Des équations (2) et (3) on déduit facilement l'expression du rapport $\Psi(t)$ de la densité transformée et de la pesanteur sur l'axe polaire. D'une part, ce rapport ne dépend que de t et, d'autre part, il ne dépend que de la stratification

(4) $$\Psi(t)=\frac{f(t)}{g(t,\,0)}=-\frac{y_{\theta''}-y_{\theta'}}{x_{\theta''}-x_{\theta'}};$$

j'ai posé, L désignant le logarithme népérien :

$$x_\theta=\left(\frac{dx}{dt}\right)_\theta,\qquad y_\theta=\left(c_\cdot\frac{dx}{dt}+\frac{d}{dt}\mathrm{L}\frac{dx}{dt}\right)_\theta.$$

La densité transformée f est donc donnée par l'équation

$$f(t)=g(t,\,\theta)\,\Psi(t)\left(\frac{dx}{dt}\right)_\theta$$

et cette valeur introduite dans l'équation (2) permet d'écrire

$$\begin{aligned} g(t,\,\theta)&=g(0,\,0)\left(\frac{dt}{dx}\right)_\theta\Sigma(t)\\ f(t)\quad&=g(0,\,0)\left(\frac{dt}{dx}\right)_\theta\Psi(t)\,\Sigma(t)\end{aligned}\qquad\left(\Sigma(t)=e^{\int_0^t[c(t,0)+\Psi(t)]\,dt}\right).$$

La pesanteur et la densité sont données à partir de la stratification et de l'attraction au pôle de la surface libre par les formules précédentes qui ne deviennent illusoires que dans le cas banal d'une stratification en sphères concentriques.

La fonction $\Psi(t)$ donne lieu à l'équation suivante, qui devra être satisfaite quelles que soient les valeurs θ', θ'', θ''' et t :

(5) $$\frac{y_{\theta'''}-y_{\theta'}}{y_{\theta''}-y_{\theta'}}=\frac{x_{\theta'''}-x_{\theta'}}{x_{\theta''}-x_{\theta'}}.$$

Cette condition (5) est nécessaire et suffisante pour assurer l'équilibre relatif,

pourvu que la dérivée $\frac{dx}{dt}$ *prenne sur la surface libre la succession de valeurs déduite du théorème de Stokes* (¹).

La condition (5) est d'ordre purement géométrique; elle est non seulement indépendante de la densité et de la pesanteur, mais encore, fait remarquable, de la masse totale et de la vitesse angulaire; ces deux derniers éléments et ceux-là seulement interviennent dans la condition à la limite.

En désignant par $D\sigma$ une aire élémentaire de la surface t, par δ une différentielle relative à un déplacement $d\theta$, par d une différentielle relative à dt, on peut représenter le rapport de la densité transformée à la pesanteur d'une manière intrinsèque, en un point quelconque,

$$\frac{f}{g}=\frac{1}{2}\,\frac{\delta\, d\mathrm{L}\dfrac{D\sigma}{dn}}{\delta\, dn}.$$

On voit l'importance de ces résultats et de cette méthode pour l'étude rigoureuse des figures d'équilibre, ainsi que le rôle que nous faisons jouer au théorème de Stokes.

ASTRONOMIE. — *Orbite de la comète* 1924 *II* (*Finsler*). Note de M. V. G. Siadbey, présentée par M. H. Andoyer.

Pour cette comète on a calculé plusieurs systèmes d'éléments paraboliques et un système hyperbolique. Des orbites paraboliques, celle qui est la plus certaine est l'orbite calculée par J. M. Vinter Hansen et J. Johansen qui est basée sur trois observations embrassant toute la période de temps pendant laquelle on a eu la possibilité d'observer la comète, c'est-à-dire 20 septembre-19 octobre 1924 (²).

Le système hyperbolique a été calculé par F. E. Seagrave pour représenter 10 observations de la comète faites à Washington (³).

Afin d'avoir des éléments plus exacts de la comète, j'ai comparé 44 observations réparties sur tout l'intervalle de visibilité de la comète et effectuées dans divers observatoires, avec une éphéméride calculée à l'aide des éléments paraboliques de Vinter Hansen et Johansen, en vue de les corriger.

(¹) Voir notre Note des *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1113, proposition I.

(²) *Astr. Nachr.*, 223, 1924-1925, p. 199, et *Crommelin's Comet Catalogue*.

(³) *Popular Astronomy*, 33, 1925, p. 563.

J'ai revu soigneusement les positions des étoiles de comparaison en réduisant à nouveau leurs positions à l'équinoxe moyen de 1924,0 à l'aide des constantes d'Oppolzer. A l'occasion de cette revision, j'ai trouvé que l'étoile de comparaison employée dans l'observation de la comète, à Taschkent le 22 septembre 1924 (1) est Lpz II 6643 et non Lpz II 6642 telle qu'elle est indiquée par les observateurs.

En comparant les observations à l'éphéméride dont j'ai parlé ci-dessus, on obtient les différences $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$, de valeurs absolues qui n'excèdent pas $1^s,13$ pour les ascensions droites et $8'',4$ pour les déclinaisons; toutefois nous devons excepter les observations de Kiew du 24 septembre (2) qui donnent des différences excessivement grandes ($\Delta\alpha = -45^s,76$, $\Delta\delta = -6'12'',7$ dans le sens Obs. — Calcul) ce qui nous amène à supposer qu'on a commis quelque erreur, peut-être dans l'identification de l'étoile de comparaison. Pour la présente discussion, j'ai laissé de côté ces deux observations (l'une est une observation en α et l'autre en δ seulement) et de cette manière le nombre des observations employées a été réduit à 42.

A l'aide de ces 42 observations j'ai formé 4 lieux normaux basés respectivement sur les observations comprises entre 20-24 septembre, 25-29 septembre, 30 septembre-7 octobre, et 16-19 octobre. Ainsi le premier lieu normal est formé de 19 observations, le second de 12 observations et les troisième et quatrième respectivement de 6 et 5 observations.

Les positions des quatre lieux normaux sont :

		Coordonnées moyennes.	
		$\alpha_{1924,0}$.	$\delta_{1924,0}$.
I. Septembre 1924........	22,5	213°.46′. 4″,5	+ 7°. 6′.31″,6
II. »	27,5	220.19.35,5	+ 0.34.17,7
III. Octobre 1924..........	2,5	225. 7.50,9	— 4.36. 3,5
IV. »	17,5	234.31.11,9	—14.48.53,9

les corrections de l'éphéméride pour ces époques étant :

		$\Delta\alpha \cos\delta$.	$\Delta\delta$.
I. Septembre 1924........	22,5	+3″,24	+0″,46
II. »	27,5	—4,01	—0,37
III. Octobre 1924....... ...	2,5	—0,56	—0,65
IV. »	17,5	—1,02	—0,10

(1) *Astr. Nachr.*, **223**, 1924-1925, p. 103.
(2) *Astr. Nachr.*, **223**, 1924-1925, p. 391.

Lors de la formation de ces corrections, j'ai donné des poids égaux à toutes les observations, n'ayant pas égard au nombre de comparaisons faites à l'occasion des observations.

A l'aide des éléments paraboliques à corriger, rapportés à l'équateur, et des corrections de l'éphéméride, en employant la méthode des coefficients différentiels, on trouve pour les corrections des éléments huit équations de condition qui ont reçu des poids égaux au nombre des observations correspondant à chacun des lieux normaux et dont les coefficients ont été vérifiés en donnant de petites variations aux éléments. Ces équations traitées par la méthode des moindres carrés nous donnent après des transformations bien connues, comme éléments les plus probables de la comète, le système d'éléments hyperboliques suivant :

$$T = 1924 \text{ sept. } 4{,}35296 \text{ (T. m. de Greenw.)}$$

$$\left.\begin{array}{l} \omega = 66^\circ 34' 31'',53 \\ \Omega = 80^\circ\ 2' 48'',34 \\ i = 120^\circ\ 7' 59'',14 \end{array}\right\} \text{Eq. moy. de } 1924{,}0$$

$$\log q = 9{,}6086710$$

$$e = 1{,}0013168$$

Si l'on calcule les positions de la comète pour les époques des lieux normaux à l'aide de ces éléments, on obtient les résidus donnés ci-dessous dans le sens Obs. — Calcul :

	Calcul direct.		Par les équations de condition.	
	$\Delta\alpha\cos\delta$.	$\Delta\delta$.	$\Delta\alpha\cos\delta$.	$\Delta\delta$.
I............	$+0'',5$	$+0'',3$	$+0'',5$	$+0'',2$
II............	$-1,9$	$-0,4$	$-2,0$	$-0,4$
III............	$+2,9$	$-0,4$	$+2,9$	$-0,4$
IV............	$-0,4$	$+0,6$	$-0,4$	$+0,5$

De cette manière on voit que la somme des carrés des résidus qui pour les éléments paraboliques était de $28'',7$, en employant les éléments hyperboliques donnés ci-dessus, peut être abaissée à $13'',3$.

Le temps employé partout dans ce qui précède est le temps moyen de Greenwich commençant à midi.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Quelques réflexions sur les fondements de la dynamique. La cinquième dimension.* Note de M. **Al. Proca**, présentée par M. J. Perrin.

1. Considérons le mouvement d'un point. Un phénomène cinématique est complètement déterminé par les coordonnées x, y, z, ct et par les vitesses correspondantes. Un phénomène dynamique est décrit en utilisant les variables x, y, z, ct (coordonnées q) et les variables conjuguées p_x, p_y, p_z, E/c (coordonnées p). Dans les deux cas l'espace-temps semble suffire à la description des phénomènes. Or le passage cinématique-dynamique correspond à l'introduction de *forces* et de *masses*. Dans le schéma classique on tient compte de ces *deux* éléments au moyen d'*une seule* variable, l'énergie E; cela tient à ce qu'on regarde habituellement la masse comme constante. Mais dans le cas général il ne peut en être ainsi. Donc le problème dynamique doit comporter une nouvelle variable, à savoir la masse.

Cette remarque n'est pas nouvelle. En l'appliquant on a, cependant, toujours négligé un point essentiel; en effet, si l'on admet que la masse est une nouvelle variable indépendante du problème dynamique il faut, pour décrire complètement celui-ci, *introduire aussi la variable conjuguée de la masse*, ξ (1).

2. Les variables p, les moments, obéissent à des lois générales de conservation. Or *la masse se conserve;* il n'est donc pas douteux qu'il faille la ranger dans la catégorie des moments p. Le produit de deux variables conjuguées a les dimensions d'une action. Les dimensions de ξ seront L^2T^{-1}, par exemple vitesse $\times$ longueur. On peut donc poser $\xi = c\lambda'$ ou encore $\xi = v\lambda$, c étant la vitesse de la lumière, v celle du point matériel et λ la nouvelle coordonnée, homogène à une longueur. *Si l'espace-temps suffit*

(1) La considération des variables conjuguées se trouve déjà dans un très pénétrant travail de Klein (*Zeitschrift für Physik*, 46, 188, 1927). La variable introduite est la conjuguée de la charge électrique; l'auteur l'appelle la cinquième dimension et l'utilise pour fondre ensemble l'électromagnétisme et la relativité. Nous ferons remarquer que, si l'on attache une importance quelconque au numérotage des dimensions, il conviendrait plutôt de donner le nom de cinquième dimension à la variable ξ, qui se présente déjà dans l'étude de la dynamique, donc avant l'introduction de toute notion de charge électrique. La variable de Klein serait une sixième dimension, à moins que charge et masse ne soient deux aspects d'une seule et même notion.

pour l'étude de la cinématique, il n'en est plus de même pour la dynamique. L'étude complète de celle-ci doit se poursuivre dans un espace à cinq dimensions x, y z, ct et λ.

3. Cherchons une interprétation de λ. Les anciennes dynamiques, où ξ n'intervient pas, ne peuvent plus être utilisées ([1]); par contre, la dynamique analytique reste en partie applicable, car elle est indépendante du nombre des variables et basée sur un principe de minimum certainement valable. Supposons donc (ce que l'expérience vérifie) que dans le mouvement uniforme la masse reste constante. L'équation de Hamilton $\frac{dp}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q}$ donne, avec $p = m$, $q = \xi$, $\frac{\partial H}{\partial \xi} = 0$, H indépendante de ξ. L'action, définie par $\frac{\partial S}{\partial t} + H = 0$, peut s'écrire $S = m\xi + w(zt)$. Ceci est absolument général. Introduisons maintenant la théorie des quanta sous la forme de Sommerfeld en égalant à nh les périodes de S. Si S a une période due à ξ, celle-ci provient du fait que ξ est elle-même multipériodique, à la façon d'un angle par exemple, $\varphi = 2\pi n + \varphi_1$. Soit Ξ cette période; posons $\Xi = v\Lambda$. On doit avoir

$$m\Xi = nh, \qquad mv\Lambda = nh, \qquad \Lambda = n\left(\frac{h}{mv}\right).$$

Or $\frac{h}{mv}$ représente la longueur d'onde des ondes de de Broglie. Donc, dans les conditions énoncées, *la nouvelle coordonnée λ est une variable angulaire dont la période est un multiple entier de la longueur d'onde des ondes de de Broglie.*

4. Pour $n = 1$ et avec $v = \Lambda.\nu$, $g = mv$, cette égalité devient $g = h\nu/v$. On voit ainsi quelle est l'origine de cette relation, que de Broglie, par une intuition géniale, avait choisie comme hypothèse pour préciser le rapport entre ses ondes et le point matériel. Elle dérive d'une condition de quanta; mais elle ne suppose nullement l'existence d'une *onde* qui remplirait tout l'espace. On est tenté de penser que l'onde de phase n'est pas, *dans le cas général*, l'élément essentiel qui permette de traiter les problèmes dynamiques que nous avons en vue. Ce qui est essentiel pour ces problèmes c'est l'introduction de la nouvelle dimension λ. *Les hypothèses de la mécanique ondulatoire sont donc trop restrictives;* elles introduisent la nouvelle coordonnée λ,

---

[1] Il faut, en particulier, remarquer que le choix de m comme variable indépendante exclut toute relation générale, donnée *a priori*, entre la masse et l'énergie.

mais d'une manière incomplète, comme argument d'une fonction périodique.

La vérification expérimentale de l'existence des ondes de de Broglie ne démontrent pas, en fait, l'existence de ces ondes, mais simplement l'intervention de la nouvelle variable ξ. En effet elles ne confirment pas l'existence d'une fonction périodique, mais bien la relation $mv\lambda = nh$ ou $m\xi = nh$, qui peut se déduire sans faire appel à la théorie des ondes.

Mais, d'autre part, si le mouvement par ondes n'est pas général, il existe certainement un très grand nombre de phénomènes qui suivent cette loi; les succès innombrables de la mécanique ondulatoire le prouvent incontestablement. L'équation de Schrödinger définit, parmi tous les mouvements possibles, celui qui se fait par ondes. Elle n'a pas la généralité des équations hamiltoniennes, comme on le pense souvent aujourd'hui; ce n'est que l'équation d'un mouvement particulier, mais très fréquent. La mécanique ondulatoire occupe, dans une mécanique générale contenant ξ, une place analogue à celle qu'occupait la mécanique céleste dans la dynamique rationnelle classique.

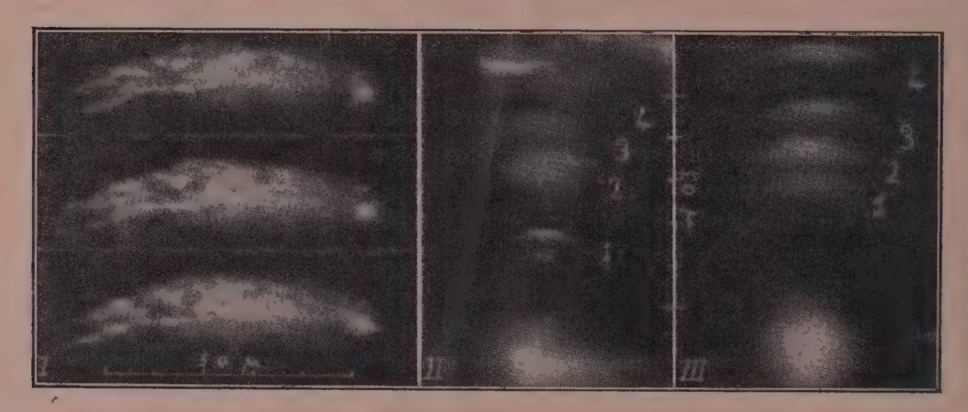
CAPILLARITÉ. — *Sur les ondulations browniennes de lames minces et de filaments dans les formations myéliniques.* Note de M. **Nageotte**, présentée par M. Brillouin.

Les lames élémentaires qui constituent, par leur juxtaposition, les formations myéliniques à paroi épaisse, ne réfléchissent pas la lumière tant qu'elles ne sont pas dispersées, sauf les lames limitantes, auxquelles ces formations doivent le pouvoir réfléchissant de leurs surfaces. Les reflets des surfaces des tubes et poches à paroi épaisse sont beaucoup plus lumineux que ceux des bulles à paroi mince, surtout de celles formées d'une seule lame élémentaire.

A l'ultramicroscope, ces reflets sont tantôt nets et immobiles, tantôt remplacés par des plages plus étendues de petits éclats vivement agités, qui siègent beaucoup plus près de la surface réfléchissante et qui résultent évidemment de l'ondulation irrégulière et rapide d'une ou plusieurs lames élémentaires superficielles (*fig.* I).

Pour comprendre le mécanisme de ce phénomène, il faut s'adresser à des bulles, isolées ou régulièrement emboîtées, dont la paroi est formée d'une seule lame élémentaire (ordre I). Les bulles isolées ont habituellement des

reflets nets et immobiles. Mais parfois, tout en gardant leur configuration régulière, elles se comportent, d'une façon permanente ou transitoire, comme les tubes à surface ondulante. On peut assister au passage d'un état à l'autre : les images de la lampe, données par les surfaces de la bulle, perdent leur netteté puis disparaissent pendant que ces surfaces se couvrent d'éclats mobiles, ou bien la marche est inverse. Le dessin tracé par les



I. Éclats sur la face convexe d'un tnbe myélinique à paroi épaisse, au niveau d'un coude; trois images cinématographiques consécutives (dues à Mme François-Franck); arc voltaïque, une image par seconde, pose 0″, 25. — II. Système de quatre bulles emboîtées à l'extrémité d'un tube; lampe à 2 filaments, pose 3s; 1, bulle centrale fixe (reflet caractéristique d'une bulle sphérique); 2, 3 et 4, traces des éclats des trois bulles périphériques ondulantes (l'intensité lumineuse dépend de la mise au point, les éclats des différentes bulles se faisant à des niveaux différents); en bas, tache lumineuse répondant au point où les bulles sont tangentes entre elles; en haut, reflets d'objets situés hors du plan focal. — III. Objet semblable; 1 et 2, bulles centrales ondulant fortement; 3, bulle ondulant faiblement; 4, bulle périphérique fixe (reflet caractéristique d'une bulle aplatie par compression entre les verres).

éclats se tasse, pour l'observateur, en traits concentriques à mesure que la mise au point se rapproche du plan équatorial. Les contours des taches lumineuses et les détails varient plus rapidement que la répartition des masses principales. La lame réfléchissante est donc déformée par des dépressions et des saillies de divers ordres, combinées en complexes irréguliers, les plus petites évoluant plus vite que les grandes. C'est exactement ainsi que l'on pouvait *a priori* se figurer le mouvement brownien d'une lame suffisamment mince pour se déformer sous les chocs moléculaires. Si l'on revient à l'éclairage par transmission, les parois des bulles ondulantes, figurées en coupe optique par des cercles, paraissent immobiles. Les ondulations sont donc très peu profondes.

L'examen des divers types de bulles emboîtées dévoile une condition

nécessaire pour que les ondulations apparaissent : c'est la détente de la paroi. Très souvent certaines bulles d'un système sont fixes et les autres ondulantes (*fig.* II et III); ces dernières ont parfois un contour un peu irrégulier, indiquant un défaut de tension. Mais on peut démontrer directement le fait, sur certains systèmes d'un type figuré précédemment en lumière transmise ([1]), lorsqu'ils sont à la limite de la tension suffisante pour s'opposer aux ondulations : si la convexité est tournée en haut et qu'on l'amène en bas par une rotation de la platine, les lames, plus légères que l'eau, remontent et perdent la régularité de leur courbure; aussitôt il apparaît une vive ondulation de ces lames détendues, qui cesse dès que l'équilibre des pressions se rétablit.

Ces constatations mettent en évidence une variabilité de la pression à l'intérieur des bulles; elles laissent supposer des phénomènes d'osmose qui pourraient résulter de la libération de substances solubles; elles conduisent ainsi à une explication de la formation des bulles et de la dispersion des lames élémentaires en général.

De ces ondulations en surface de lames minces, il faut rapprocher les ondulations linéaires, amples et irrégulières, de certains tubes excessivement minces, qui se comportent comme des filaments.

Enfin je rappellerai les mouvements de totalité des très petites bulles (1°), parfois limités à 2 dimensions lorsque, retenues à la surface d'une grande bulle, elles ne s'incorporent pas à la paroi de cette dernière, comme le font certaines bulles moins petites. Toutes les formes de mouvement brownien que l'on peut concevoir se réalisent donc au cours de l'hydratation de l'extrait de cerveau.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — *Sur les oscillations d'ordre supérieur d'un circuit oscillant.* Note de Mlle **M. Chenot**, présentée par M. A. Cotton.

Dans la *Théorie du son* (I, 2e édition, p. 200) Lord Rayleigh a étudié les vibrations d'une corde attachée à une masse ponctuelle M qu'elle peut entraîner, l'autre extrémité de la corde étant fixée à un support immobile. Il montre que les longueurs d'onde λ des diverses oscillations possibles satis-

---

([1]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 44, fig. I; la figure II de la même Note représente, en lumière transmise, un système du même type que ceux représentés ici, en lumière réfléchie, par les figures II et III.

font à la relation

$$\cot\frac{2\pi L}{\lambda}=\frac{2\pi}{\lambda}\frac{M}{\rho},$$

où L est la longueur de la corde et ρ sa masse par unité de longueur. Ces diverses longueurs d'onde ne correspondent pas à une série harmonique.

Il est extrêmement difficile de vérifier ces conclusions avec quelque précision ; mais il est possible de le faire sur un cas tout à fait analogue d'oscilations électriques, celui d'une ligne dont les deux fils parallèles sont reliés à l'une de leurs extrémités par un pont et à l'autre aux armatures d'un condensateur. On constitue ainsi un circuit oscillant qui ne satisfait pas à la formule de Lord Kelvin et peut avoir des oscillations d'ordre supérieur.

Le courant en un point d'abscisse x à partir du pont a une intensité

$$i=I\left[\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)+\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda}\right)\right].$$

La différence de potentiel entre les fils est, en appelant c la capacité par unité de longueur et V la vitesse de propagation,

$$v=\frac{I}{Vc}\left[\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)-\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda}\right)\right].$$

La ligne ayant une longueur L et aboutissant à un condensateur de capacité C, pour $x=L$,

$$i=C\frac{\partial v}{\partial t},$$

condition d'où l'on tire

$$\cot\frac{2\pi L}{\lambda}=\frac{2\pi}{\lambda}\frac{C}{c},$$

formule identique à celle de Lord Rayleigh.

Nous avons déterminé de la manière suivante les différentes longueurs d'onde des oscillations possibles d'une ligne de longueur de 272^{cm}, formée de deux fils de cuivre parallèles de $0^{mm},9$ de diamètre, distants de 20^{mm}. A l'origine de la ligne, les deux fils sont reliés par un pont constitué par une plaque de cuivre ($15^{cm}\times 10^{cm}$) qui réalise un pont parfaitement réfléchissant. A l'autre extrémité, les deux fils de ligne aboutissent aux armatures d'un petit condensateur cylindrique de longueur de 10^{mm}, constitué par deux morceaux de tube de laiton de diamètres de 12^{mm} et 10^{mm} séparés par une lame de mica, et à deux plateaux carrés de 10^{mm} de côté entre lesquels est suspendue par un fil de quartz une aiguille d'électromètre [1] en alumi-

---

[1] C. Gutton et G. Laville, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 292.

nium mince. La capacité terminale est constituée à la fois par le condensateur cylindrique et les plateaux.

On dispose au voisinage de la ligne un oscillateur à lampes et on règle la position du pont de façon à mettre en résonance sur son oscillation fondamentale la partie de la ligne comprise entre le pont et la capacité. On mesure ensuite la longueur d'onde en éloignant le pont jusqu'à trouver une nouvelle position de résonance; la distance des deux positions du pont est égale à un internœud. Les longueurs d'onde se déterminent ainsi à environ $\frac{1}{200}$ près. On a choisi la capacité du condensateur terminal de façon à obtenir sur ce condensateur une réflexion avec un changement de phase très différent de zéro ou de π; il suffit, à cet effet, de choisir la capacité de façon que la longueur de ligne en résonance soit à peu près $\frac{\lambda}{8}$.

Conservant toujours à la ligne la longueur ainsi fixée, on la couple à des oscillateurs de fréquences plus élevées que l'on règle de manière à obtenir les résonances de la ligne sur des oscillations d'ordre supérieur. La résonance étant obtenue, on mesure la longueur d'onde correspondante en déterminant l'internœud. Les longueurs obtenues sont indiquées dans la première colonne du tableau suivant.

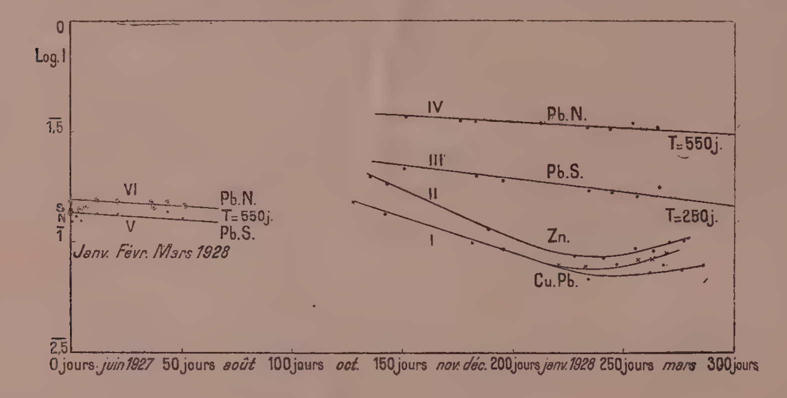
λ^{cm}.	$\lambda \cot \frac{2\pi L}{\lambda}$.	$\frac{2\pi L}{\lambda}$.	$2\pi L$.
1747,0........	1165,8	56°.17	98356
490,6........	1165,2	202.50	99495
269,2........	1166	373	100413
183,3........	1166	548.56	100611

La formule suppose une capacité terminale sans dimensions, or le condensateur avait des dimensions linéaires de quelques centimètres; la longueur de la ligne devrait donc être corrigée d'une perturbation à l'extrémité, dont la grandeur dépend de la longueur d'onde. Afin de vérifier la formule indépendamment de cette correction, nous avons cherché des groupes de cotangentes d'angles dont le produit par la longueur d'onde est constant; on trouve pour le plus petit des angles de l'un de ces groupes une valeur 56°17′ pour laquelle la valeur correspondante de L est 273^{cm}, très peu supérieure à la longueur des fils 272^{cm}. Le produit des angles de ce groupe par la longueur d'onde est constant, comme le montrent les nombres de la dernière colonne du tableau précédent. Ce résultat correspond bien à la loi de répartition des oscillations d'ordre supérieur exprimée par la formule de Lord Rayleigh. Ces dernières seraient pour une ligne complètement ouverte : $582^{cm},3$, $349^{cm},4$ et $249^{cm},6$; pour une ligne fermée : $873^{cm},5$, $582^{cm},3$ et $436^{cm},7$, donc très différentes de celles indiquées dans le tableau.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les phénomènes, semblables à ceux des corps radioactifs, présentés par les métaux.* Note de Mlle **St. Maracineanu**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous avons annoncé ([1]), M. Deslandres et moi, la radioactivité de certaines toitures métalliques de l'Observatoire de Paris. Cette constatation avait été faite en été, par des mesures électrométriques (électromètre Szilard de haute sensibilité); on avait remarqué alors que l'activité variait d'un jour à l'autre avec le Soleil.

Des disques métalliques (de 15cm de diamètre) avaient été découpés en



juin 1927 dans ces toitures et portés au laboratoire pour l'étude de leur variation en fonction du temps. Mais de fâcheux accidents survenus à mes appareils de mesure, indépendants de ma volonté, m'ont empêché d'étudier convenablement cette variation durant les premiers 150 jours. Je n'indique donc pas ces points de début, d'autant que par la suite j'ai utilisé un appareil Szilard de constante un peu différente de la première. Une extrapolation ne pourrait pas non plus indiquer ce début ([2]), car dans l'intervalle il a dû se produire quelques sauts brusques, que j'ai souvent remarqués avec les substances radioactives après leur insolation.

Le Pb Nord par exemple (courbe IV) a dû faire un bond surprenant pendant l'été, ainsi que le Zn et le Pb Sud (courbe III). Il est donc actuellement

([1]) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1321 et 1547.

([2]) Les premiers points donnés par le premier appareil ne diffèrent du reste pas beaucoup de ceux du graphique ci-dessus, ils sont du même ordre de grandeur.

plus actif que le Pb S; il donne un écart de 5 divisions en 15 secondes, alors que l'Al étalon exige 160 secondes.

Ensuite deux autres disques en plomb ont été prélevés au mois de janvier dernier aussi sur la corniche de l'Observatoire (courbes V et VI et mêmes plombs que III et IV) et mesurés dans les 50 jours qui suivent. Ces premiers points sont plus bas que ceux des courbes III et IV 150 jours après le prélèvement de l'été dernier. Les deux plombs prélevés en hiver au Nord et au Sud ont la même activité au début, tandis que l'été dernier le plomb prélevé au Sud était plus fort que celui du Nord ([1]).

D'après les points du début (V et VI), on voit que l'activation n'est pas due à une émanation radioactive de l'atmosphère; car il n'y a pas la décroissance initiale caractéristique, ni l'évolution lente qui devrait la suivre, après que les disques ont été enveloppés dans du papier noir et mis dans des boîtes closes. En plus cette activité du début n'a pas la forte intensité qu'une telle activation impliquerait vis-à-vis du dépôt actif à vie longue, même s'il y avait eu une accumulation de ce dépôt durant très longtemps.

D'autres expériences en cours prouvent encore, ainsi que l'ont prouvé la pierre et le fer mesurés cet été, que cette activation n'est pas due à l'émanation ni aux poussières radioactives de l'atmosphère qui devraient se poser partout.

De plus, d'une série de métaux, achetés dans le commerce, Pb, Cu, Zn, Al, Fe exposés en permanence sous le ciel libre depuis le 20 janvier 1928 et constatés préalablement inactifs, le plomb seul s'est activé très faiblement ([2]) dans l'intervalle 20 janvier-17 février, sans plus augmenter depuis.

La conclusion intéressante à tirer des courbes I, II, III, IV est que la radioactivité constatée l'été dernier n'est pas éphémère; elle persiste longtemps après, sans aucune chute très rapide, et l'on peut constater une décroissance exponentielle (caractéristique en radioactivité) de longue période, d'un ordre de grandeur, qui fait qu'on ne peut la comparer qu'à celle du polonium. Dans mes expériences sur du plomb, j'ai toujours constaté des périodes de cet ordre de grandeur ([3]) et j'avais pensé à une réinté-

---

([1]) Cela peut s'expliquer par les différences dans les périodes des radioactivités provoquées dans les deux plombs dont l'exposition au soleil a été différente.

([2]) Les faces des disques prélevés des toitures, qui n'avaient pas reçu la lumière durant de longues années, absolument inactives au début (mouvement de l'électromètre nul) au contact de la lumière, se sont activées peu à peu pour arriver à donner environ le même mouvement que l'Al étalon.

([3]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 345; 185, 1927, p. 122.

gration du plomb en polonium par l'énergie solaire. D'après la grande valeur de ces périodes, on pourrait supposer une réintégration jusqu'à Ra D. Très souvent j'ai pu constater, sans aucune cause apparente, l'apparition d'un rayonnement pénétrant assez important dans des solutions contenant du polonium pur ne donnant au début qu'un rayonnement α. Et c'est peut-être aussi là une des causes de la variation de la constante du polonium (par l'apparition de Ra D peut-être).

Les variations que présentent les courbes de ce graphique doivent tenir à la nature du métal, à la durée et à l'altitude de l'exposition aussi bien qu'à l'époque de son prélèvement et des mesures successives. De nouvelles recherches sont évidemment nécessaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence de l'oxyde d'argent* Ag^4O^3. Note de M. **A.-P. Rollet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'existence du sesquioxyde d'argent Ag^4O^3 a été déduite par M. Berthelot (¹) d'une étude détaillée de l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent Ag^2O. Par la suite Mulder (²) d'une part, von Baeyer et Villiger (³) de l'autre, ont contesté la formation de ce sexquioxyde. Seul, Watson (⁴) admet qu'il se produit par action de l'ammoniaque sur le dioxyde d'argent. L'oxyde d'argent Ag^4O^3 se trouve donc mal caractérisé et Mellor (⁵) dans son Traité de chimie minérale considère son existence comme improbable.

J'ai pu mettre en évidence la formation d'un peroxyde d'argent répondant à la formule Ag^4O^3 par l'étude d'une cellule électrolytique ainsi constituée :

Mercure — Solution de potasse — Argent.

Si le mercure, quand on électrolyse un tel dispositif, fonctionne comme cathode il se charge en potassium et peut constituer l'électrode négative d'une pile réversible ayant une anode d'argent qui s'est recouverte d'oxyde.

---

(1) Berthelot, *Comptes rendus*, **90**, 1880, p. 572, et **132**, 1901, p. 897.
(2) Mulder, *Rec. Trav. chim. Pays-Bas*, **22**, 1904, p. 388.
(3) Baeyer et Villiger, *Berichte der chem. Ges.*, **34**, 1901, p. 749 et 2769.
(4) Watson, *Journ. Chem. Soc.*, **89**, 1906, p. 578.
(5) Mellor, *Treatise on inorganic and theorical Chemistry*, **3**, 1923, p. 368.

Dans la pile que j'ai ainsi utilisée, le potentiel de la cathode restait sensiblement constant du fait de la faible variation, de concentration en potassium de l'amalgame (en raison de la faiblesse des courants mis en œuvre et de la grande masse en mercure de la cathode). Dans ces conditions le courant de décharge me traduisait les variations du potentiel de l'anode.

La courbe de l'intensité du courant de décharge en fonction du temps a été tracée automatiquement par un ampèremètre enregistreur. Les conditions des expériences ont été variées comme il suit : pour la concentration de la solution alcaline depuis normale jusqu'à 12 N; pour la température de 0 jusqu'à 30°; pour la densité de courant de 1 jusqu'à 70 milliampères par décimètre carré de surface de l'anode.

J'ai utilisé aussi des anodes de formes différentes. J'ai toujours obtenu des courbes du type de celles représentées par les trois enregistrements reproduits par la figure.

En abscisse est porté le temps, en comptant depuis la droite vers la gauche; en ordonnée l'intensité du courant de décharge.

On distingue, dans chacun des trois exemples, trois paliers successifs qui correspondent à trois forces électromotrices différentes. Les surfaces comprises entre les courbes et l'axe des températures représentent des quantités d'électricité. Dans tous les cas j'ai obtenu avec une approximation de un à deux centièmes, pour les deux premiers paliers, un rapport de quantité d'électricité de 1 à 2. Le premier palier correspond à un peroxyde d'argent qui se réduit intégralement à l'état de Ag^2O. Quand cette réaction est terminée le potentiel de l'anode d'argent tombe brusquement de + 0,540 volt à + 0,300, vis-à-vis d'une électrode normale d'oxyde de mercure. Le second palier se dessine alors et, quand Ag^2O est passé complètement à l'état métallique, il y a nouvelle chute du potentiel et apparition d'un troisième palier qui se prolonge tant qu'il y a du potassium dans le mercure de la cathode.

Comme le second palier correspond à l'oxyde Ag^2O, ce qui a été vérifié par les propriétés chimiques de ce dernier, le premier palier correspond à un peroxyde ayant un demi-oxygène en plus du degré d'oxydation ordinaire Ag^2O, ce qui fait bien un rapport de 1 à 2. On obtient alors la formule Ag^4O^3.

Pour vérifier ce résultat j'ai reproduit l'opération en sens inverse. Partant de l'anode d'argent à l'état métallique j'ai réalisé l'oxydation électrochimique d'abord à l'état de Ag^2O, puis à l'état de peroxyde. Mais ici la fin de la formation du peroxyde n'est plus marquée sur la courbe enregistrée de l'intensité traversant la cellule. Cependant le terme de la transformation en peroxyde est décelé par un dégagement très net d'oxygène sur l'anode. On constate à ce moment que la quantité d'électricité ayant traversé la cellule depuis le début de la peroxydation est bien la moitié de celle qui a été nécessaire pour produire Ag^2O. A ce même instant on voit de plus, en surveillant au potentiomètre le potentiel de l'anode, un saut brusque d'environ $\frac{2}{100}$ de volt. Le tableau suivant indique en e (millivolts) les potentiels de l'anode en fonction de la quantité d'électricité q (milliampères-heure) ayant traversé la cellule depuis l'origine.

Électrode de référence : Hg — HgO — KOH — N — ; température 18° ; électrolyte KOH — 5N.

q..........	10.	20.	30.	36.	40.	50.	54.	60.	70.	120.
e..........	295	299	304	saut	542	542	saut	565	567	570

On distingue bien pour 54 milliampères-heure $\left(\text{soit } 36+\frac{36}{2}\right)$ un relèvement brusque du potentiel. C'est à partir de ce moment que le dégagement d'oxygène se produit. Le potentiel alors ne croît plus que très lentement, ce qui indique qu'il ne se forme plus d'autre état d'oxydation.

Pour conclure, il est possible d'affirmer que l'oxydation anodique de l'argent dans un électrolyte alcalin de concentration supérieure à la normale donne un peroxyde de formule Ag^4O^3, qui est très stable en liqueur alcaline.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la température de transformation du soufre liquide en soufre visqueux.* Note de MM. **Paul Mondain-Monval** et **Paul Schneider**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'étude des variations de toutes les propriétés physiques du soufre liquide en fonction de la température met en évidence l'importante modification interne subie par le soufre au voisinage de 160°. Dans une précédente Communication [1], l'un de nous, en déterminant au calorimètre les chaleurs de refroidissement des soufres liquide et visqueux, a pu constater que la transformation de l'une en l'autre de ces deux variétés s'effectuait vers 160° dans un intervalle très restreint de température. Il nous a paru intéressant de voir dans quelle mesure cette transformation particulière pouvait être rapprochée d'autres transformations classiques telles que les changements d'état et les points de transition et en particulier quelle était l'influence d'une substance dissoute sur la température de transformation.

Pour cette étude, nous avons abandonné la méthode calorimétrique comme trop laborieuse et nous nous sommes adressés à la viscosité.

Nous avons ainsi tracé point par point la courbe de viscosité du soufre pur en fonction de la température et plusieurs courbes relatives à du soufre contenant des proportions croissantes de diverses substances organiques ne réagissant pas chimiquement sur lui aux températures de nos expériences. Nous avons adopté finalement le triphénylméthane qui ne donne de réaction nette avec le soufre que vers 280° alors que nos expériences n'ont pas dépassé 210°.

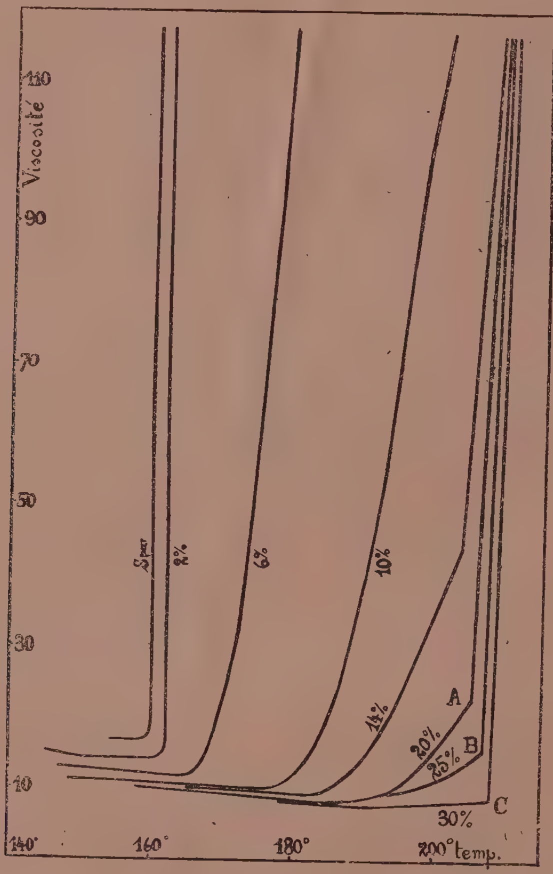
Nous n'avons condensé dans le graphique ci-après que les résultats de nos mesures les plus voisines des températures de transformation afin de ne pas lui donner des dimensions exagérées. Chaque courbe porte l'indication de la concentration en triphénylméthane exprimée en grammes de ce produit dans 100^g de soufre. On voit que l'addition de cette substance déplace très notablement la température de transformation du soufre vers les hautes températures, et cela d'autant plus que la concentration est plus élevée.

De plus, nous avons constaté en expérimentant sur des solutions à 2 pour 100 de diverses substances (triphénylméthane, naphtaline, phénol, camphre) que les élévations correspondantes de la température de transformation

(1) P. Mondain-Monval, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 58.

étaient très sensiblement proportionnelles à la concentration moléculaire du corps dissous.

Enfin, cette étude nous a permis de constater que ce déplacement atteint une limite lorsqu'il apparaît dans le système une phase nouvelle. En effet,



Déplacements de la température de transformation du soufre.

vers 170°, le soufre et le triphénylméthane sont miscibles en toutes proportions [1]. Mais si l'on élève la température de ces mélanges liquides jusqu'à 200°, on les voit se séparer en deux couches, l'une dense très riche en soufre, l'autre légère riche en triphénylméthane, la courbe de solubilité

(1) H. R. Kruyt, *Zeits. Phys. Chem.*, 65, 1909, p. 509.

réciproque de ces deux substances présentant à cette température un point critique inférieur. La viscosité de la couche inférieure qui s'est appauvrie brusquement en triphénylméthane augmente alors brusquement et sa courbe représentative présente un point anguleux. Tels sont les points A (205°), B (206°, 5) et C (208°) des courbes à 20, 25 et 30 pour 100 de triphénylméthane. On voit sur cette dernière que la température de transformation s'est rapprochée jusqu'à se confondre avec celle de la température à laquelle se sépare la couche légère riche en triphénylméthane.

Il résulte nécessairement de cette séparation la transformation immédiate en soufre visqueux à la température où l'on opère de la couche dense appauvrie en triphénylméthane. Par suite, la transformation du soufre liquide en soufre visqueux ne peut s'effectuer à une température supérieure à celle à laquelle apparaît cette nouvelle phase.

En résumé, le soufre pur subit une transformation interne à 160°. En dissolvant dans le soufre des quantités croissantes d'une substance étrangère, la transformation s'effectue à des températures de plus en plus élevées jusqu'à une limite correspondant à l'apparition d'une nouvelle phase. Ceci explique d'abord l'impuissance de plusieurs auteurs à obtenir un point anguleux à 160° dans leurs courbes de solubilité du soufre dans divers solvants organiques. De plus, sans oublier un certain nombre de différences importantes, il y a lieu d'établir un parallèle entre les faits que nous venons d'exposer et les déplacements des points de transition sous l'influence d'une substance étrangère.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydroxyde ferrique jaune, résultat de l'oxydation ménagée du sulfure ferreux en suspension.* Note de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. G. Urbain.

Au cours de précédentes recherches [1], nous avons noté que l'hydroxyde ferrique ordinaire (précipité à froid des sels ferriques par les alcalis) change de magnétisme en séjournant dans l'eau chaude, au sein de laquelle il se modifie, selon l'expression proposée naguère par Péan de Saint-Gilles.

Nous avons ensuite reconnu que la non-constance des propriétés magnétiques n'appartient pas exclusivement aux hydroxydes, mais qu'elle s'étend

[1] *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 101.

aussi à d'autres substances, considérées comme non cristallines, telles que les sulfures précipités. En particulier, selon qu'on l'a précipité et préparé à froid ou à chaud, on obtient le sulfure ferreux, soit ordinaire, soit modifié, les deux formes se distinguant nettement au magnétisme, ainsi que les anhydrides qui en dérivent ([1]).

Nous avons remarqué, en outre, que soit qu'on parte de l'hydroxyde ordinaire, soit qu'on parte du sulfure ordinaire, la calcination amène à un oxyde, dont le magnétisme est toujours du même ordre.

Étant donnée cette correspondance, il importait de savoir si l'hydroxyde qui résulte de l'oxydation ménagée du sulfure ferreux en suspension s'identifie ou non à l'hydroxyde ferrique ordinaire.

L'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi. Lorsqu'en effet on oxyde, par l'action d'un courant d'air, du sulfure ferreux en suspension dans l'eau, on aboutit à un hydroxyde ferrique de couleur jaune, se distinguant à première vue de l'hydroxyde ordinaire rouge brun. L'hydroxyde jaune est moins magnétique que l'hydroxyde brun, les coefficients d'aimantation, rapportés au poids de métal, étant en moyenne dans le rapport de 1 à 2.

Entre les oxydes calcinés correspondants, la distinction au magnétisme est encore plus tranchée. Tandis que la calcination de l'hydroxyde brun amène une forte dépréciation magnétique, elle donne lieu au contraire, dans le cas de l'hydroxyde jaune, à une exaltation magnétique marquée. L'anhydride de l'hydroxyde jaune se trouve alors plusieurs fois plus magnétique que l'anhydride correspondant à l'hydroxyde ordinaire ou au sulfure ordinaire.

L'oxydation du sulfure ferreux ordinaire, avec transformation en oxyde Fe^2O^3, offre donc l'intéressant exemple d'une réaction magnétochimique dont le terme final est fonction, non seulement des corps en présence, mais aussi des processus suivis. On parvient, en effet, à un produit beaucoup plus magnétique lorsqu'on calcine directement le sulfure ferreux que lorsqu'on calcine l'hydroxyde jaune, résultat de l'oxydation ménagée du sulfate ferreux.

Par traitement à l'eau chaude, l'hydroxyde jaune se transforme en un hydroxyde modifié rougeâtre, très tassé, partiellement déshydraté, et de magnétisme en général accru, à poids égal de fer. D'autre part, l'oxyde calciné correspondant à cet hydroxyde modifié est moins magnétique que celui qui résulte de la calcination de l'hydroxyde jaune.

([1]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1286.

Lorsqu'on reprend les opérations après dissolution de l'hydroxyde modifié en milieu acide, reprécipitation et réoxydation par courant d'air, l'hydroxyde et l'anhydride semblent croître légèrement de magnétisme l'un et l'autre, depuis la valeur prise après le premier traitement à l'eau chaude, jusqu'à un maximum plus ou moins accusé. Le tableau suivant récapitule les résultats numériques d'une série d'expériences à diverses températures.

Hydroxyde ferrique jaune et hydroxydes modifiés successifs.
Coefficients d'aimantation, rapportés au poids de métal.

(L'unité, arbitrairement choisie, est le coefficient d'aimantation du sulfure, qui a engendré l'hydroxyde jaune initial.)

	120°.		150°.		180°.		210°.	
	Hydroxyde.	Oxyde.	Hydroxyde.	Oxyde.	Hydroxyde.	Oxyde.	Hydroxyde.	Oxyde.
Initial jaune..	1,85	3,56	2,26	4,11	1,84	3,53	1,92	3,20
1er trait.......	2,55	1,70	2,12	1,46	2,89	2,18	2,90	1,60
2e trait.......	4,45	2,99	3,54	3,45	3,14	2,86	3,60	1,67
3e trait.......	2,14	3,29	3,16	1,61	3,50	1,80	3,95	1,96
4e trait.......	1,78	2,58	3,25	1,69	2,03	2,47	2,74	2,72

En se reportant, pour la comparaison, à l'étude analogue faite sur l'hydroxyde ferrique brun, on voit que, dans le cas présent, les effets sont différents et de beaucoup moins accentués.

L'oxydation ménagée du sulfure ferreux en suspension n'aboutit donc pas à l'hydroxyde précipité des sels ferriques par les alcalis. La discrimination, sans ambiguïté aucune, pourrait avoir son utilité en Géologie, afin de recueillir des données sur la genèse des gîtes ferrugineux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la composition des déplacements de Kündt dans un spectre d'absorption à plusieurs maxima.* Note (1) de M. **P. Vaillant**, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai montré ailleurs (2) que, dans un corps coloré à absorption sélective comme l'érythrosine, le déplacement du maximum d'absorption par changement de solvant prévu par la règle de Kündt a des répercussions lointaines et fait sentir son action, bien qu'atténuée, dans des régions où

(1) Séance du 27 février 1928.

(2) *Journ. de Phys. et Rad.*, 6e série, 8, x, p. 391.

l'absorption est des centaines de fois plus faible qu'au niveau du maximum. Je m'étais d'ailleurs limité à des mesures pour ainsi dire qualitatives, ayant alors uniquement en vue de mettre en évidence l'existence du déplacement à grande distance du maximum. J'ai repris depuis cette étude de plus près, en raison de l'importance qu'elle peut présenter pour l'interprétation des variations des spectres d'absorption et je l'ai étendue de l'érythrosine au cas un peu plus compliqué du vert malachite.

J'ai déterminé au spectrophotomètre Yvon, pour les deux corps et dans deux solvants de pouvoirs réfringents très différents (eau et benzine, cette dernière additionnée de 30 pour 100 d'alcool pour permettre la dissolution), de 100 en 100 angströms, les coefficients β de la formule d'absorption

$$I = I_0 \times 10^{-nl\beta},$$

I_0 et I désignant les intensités du faisceau avant et après la traversée de l'épaisseur l d'une solution contenant n grammes de corps coloré par litre. Les mesures étaient, pour le vert malachite, étendues à tout l'intervalle 4500-7000 Å [1] et pour l'érythrosine presque complètement transparente dans le rouge, limitées à 6400 Å.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous : les symboles e et v désignent l'érythrosine et le vert malachite, les indices 1 et 2 l'eau et la benzine; les λ sont exprimés en centimicrons.

e.	λ...	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	53.	54.
	β_1...	1,84	2,83	4,85	8,25	13,7	20,0	22,2	36,5	43,4	25,9
	β_2...	1,40	2,00	3,10	4,55	7,90	12,9	17,9	20,3	31,8	46,0
	λ...	55.	56.	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.	64.
	β_1...	12,4	5,45	1,38	0,465	0,210	0,108	0,0713	0,0421	0,0302	0,0208
	β_2...	33,6	18,2	6,35	1,15	0,368	0,176	0,0916	0,0570	0,0385	0,0261
v.	λ...	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	53.	54.
	β_1...	12,7	5,30	2,34	1,81	2,29	3,35	4,86	7,06	9,56	15,0
	β_2...	18,4	7,04	2,57	0,964	0,694	1,02	1,70	3,11	4,67	8,16
	λ...	55.	56.	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.	64.
	β_1...	22,4	32,9	51,2	67,1	85,3	103	131	164	181	154
	β_1...	11,6	18,7	29,6	46,2	58,9	75,8	88,4	125	169	168
	λ...	65.	66.	67.	68.	69.	70.				
	β_1...	105	60,3	18,3	9,08	4,92	2,72				
	β_2...	116	88,0	39,3	18,4	6,96	3,33				

---

[1] Il est difficile de pousser plus loin dans la photométrie visuelle, en raison de l'imprécision croissante des mesures aux limites du visible.

Si, à l'aide de ces données, on construit les courbes d'absorption relatives aux quatre solutions examinées, on arrive aux conclusions suivantes.

La bande d'absorption de l'érythrosine est double et formée de deux bandes chevauchantes d'intensités inégales ([1]). Par changement de solvant, l'ensemble des deux bandes se déplace sans déformation, en entraînant un glissement général du spectre d'absorption, un peu plus grand du côté rouge où se trouve la bande la plus intense et qui diminue lentement, à peu près en raison directe de la distance au maximum, la loi de diminution du pouvoir absorbant ne paraissant jouer aucun rôle. Vers 6400, où l'absorption n'est plus que le deux-centième de son maximum, le glissement dépasse encore le quart de ce qu'il est au sommet de la bande.

Le vert malachite a deux maxima d'absorption, l'un en deçà de la région étudiée vers l'extrême violet, l'autre vers 6300 Å dans l'orangé ([2]). Les deux bandes se déplacent simultanément, mais de façon indépendante, en réagissant séparément sur l'ensemble du spectre. Il arrive ainsi que dans la région intermédiaire, région du minimum, les deux déplacements s'ajoutent, le déplacement dans cette région devenant sensiblement double de ce qu'il est au niveau des maxima. Les deux bandes réagissent d'autre part l'une sur l'autre : celle de moindre fréquence cède pour ainsi dire à la poussée de celle qui précède; celle-ci se prolonge plus loin tandis que la branche montante de la première se redresse et que son pied se creuse, de telle sorte qu'au niveau du minimum, l'absorption devient trois fois plus faible quand on passe de l'eau à la benzine.

Ces réactions de bandes relativement voisines, si elles ont un caractère général, aideraient sans doute à expliquer certaines exceptions apparentes à la loi de Kündt qu'on interprète ordinairement par un changement de nature des particules absorbantes accompagnant le changement de solvant.

([1]) Cette bande double a été signalée par Formanck (*Zs. f. Farben- und Textil. Ch.*, 2, XXIV, 1903, p. 344) qui en localise les maxima vers 5240 et 4890 dans l'eau, 5420 et 5030 dans l'alcool amylique.

([2]) D'après Buss (*Dissert.*, Berne, 1896), les deux bandes seraient comprises entre 4480 et 4050 pour l'une, 6320 et 6070 pour l'autre.

RADIOCHIMIE. — *Sur les directions d'émission des photo-électrons.* Note [1] de M. **Pierre Auger**, présentée par M. Jean Perrin.

1. L'étude, par la méthode de Wilson, de la répartition dans l'espace des directions d'émission des photo-électrons m'a conduit à des résultats, relatifs en particulier à la distribution longitudinale, que j'ai rassemblés dans un article récent [2]. D'autres auteurs [3] ont également publié des travaux sur ce sujet, dont les résultats confirment les miens dans l'ensemble. J'ai proposé, avec Francis Perrin, une théorie de ces phénomènes qui permet d'interpréter les mesures avec une bonne précision, tout en réduisant au minimum les hypothèses sur le mécanisme intime de l'absorption et de l'émission.

Des différences notables existant cependant entre les diverses séries d'expériences et le chiffre des statistiques restant en général trop restreint pour permettre des conclusions fermes, j'ai repris l'étude d'un cas particulier bien défini, l'effet photo-électrique produit dans l'argon (dilué dans l'hydrogène) par les rayons $K\alpha$ du tungstène. La statistique comporte actuellement 450 rayons, et est en cours de continuation; mais les résultats acquis dès maintenant sont assez nets pour appeler quelques remarques.

2. La confirmation de la théorie est assez bonne, comme on peut en juger sur la figure 1 où sont indiqués les points expérimentaux et la courbe théorique. [Dans cette figure les valeurs de n (ordonnées) représentent le nombre de rayons émis sous des angles inférieurs à ω (abscisses).] Cependant la différence entre les angles de bipartition [4] expérimental et théorique, 72° et 76° 30′ environ, est trop grande pour être expliquée par les fluctuations de la statistique. D'autre part, si l'on calcule le cosinus moyen $\Sigma \cos\omega/N$ des angles d'émission observés, on trouve 0,277, ce qui correspond à une quantité de mouvement moyenne dans la direction du faisceau de rayons X égale à celle du quantum absorbé multipliée par 1,2 environ. Ces valeurs

(1) Séance du 5 mars 1928.

(2) *Journal de Physique*, 6e série, 8, 1927, p. 85-92.

(3) Voir la bibliographie de l'article cité.

(4) Angle ω_b pour lequel la valeur de n est la moitié du nombre total N de rayons observés. Toutes les théories proposées jusqu'ici pour l'interprétation de ces phénomènes sont d'accord sur la valeur de cet angle, dans le cas particulier étudié ici.

sont naturellement très approximatives, l'écart probable sur ω_b par exemple pouvant être de l'ordre de 2° [1].

Ce résultat est à rapprocher de ceux de Loughridge [2], qui trouve un angle d'émission maximum notablement plus petit que celui prévu par

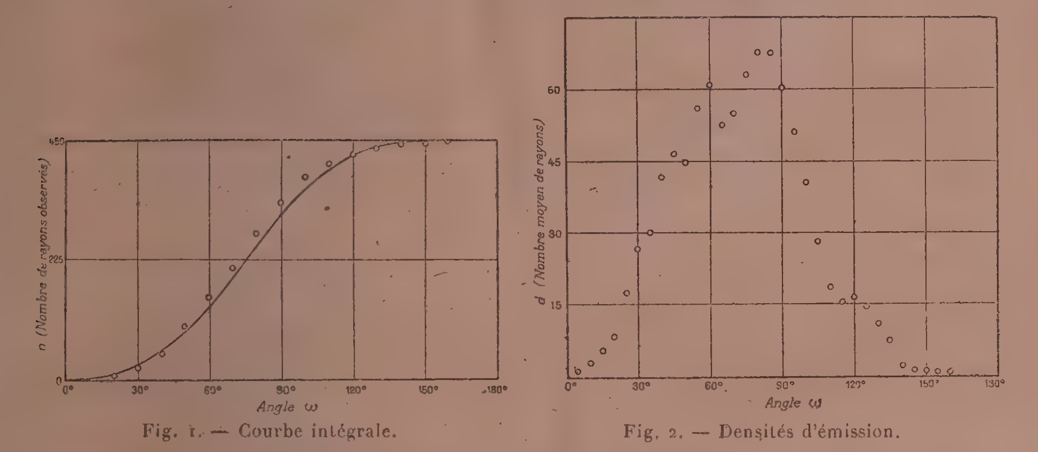


Fig. 1. — Courbe intégrale.

Fig. 2. — Densités d'émission.

notre théorie et également des expériences annoncées, mais non encore publiées à notre connaissance, de Williams [3].

3. Au point de vue de la forme de la répartition, on peut déjà apercevoir sur la figure 1 des différences notables entre la théorie et l'expérience : les points quittent la courbe vers 50°, la suivent ensuite parallèlement jusqu'à 120° où ils la rejoignent. Ces particularités sont bien plus apparentes si l'on adopte une représentation en densités d'émission (*fig.* 2, *d* est ici le nombre de rayons observés entre $\omega - 5°$ et $\omega + 5°$). Les fluctuations sont naturellement plus considérables que dans la figure 1 : cependant, on peut clairement remarquer que :

a. La répartition n'est pas symétrique.

b. L'émission présente un maximum principal pour 80° (ce qui n'est pas l'angle de bipartition), un maximum secondaire, ou au moins un accroissement notable pour 60° et enfin une petite augmentation aux environs de 120°.

---

(1) Une nouvelle série de mesures, portant sur un nombre égal de trajectoires, vient de donner des résultats presque identiques : 71° pour l'angle de bipartition, 0,283 pour le cosinus ω moyen.

(2) *Phys. Rev.*, **30**, 1927, p. 493.

(3) *Nature*, **121**, 1928, p. 134.

Il ne semble pas que les écarts dus à l'insuffisance de la statistique puissent être rendus responsables de ces particularités; en effet, ce sont exactement les mêmes que celles observées dans mes premières séries de mesures et signalées dans une Note déjà ancienne (¹). D'autre part, la dissymétrie de la répartition a été remarquée par Bothe (²) qui opérait avec une méthode entièrement différente, et récemment par Loughridge (*loc. cit.*).

4. L'interprétation de ces quelques points paraît nécessiter un remaniement assez profond de la théorie proposée. Il n'est pas impossible, en particulier, qu'il faille faire intervenir une sorte d'orientation dans l'atome absorbant, déterminant des directions privilégiées d'émission de photoélectrons.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition du peroxyde de Titane.* Note de M. **Maurice Billy**, présentée par M. Georges Urbain.

J'ai indiqué (³) qu'on peut précipiter l'hydrate d'un sel pertitanique en hydrolysant ce sel par un grand excès d'eau vers 15°. J'ai trouvé que dans ce cas la composition de l'hydrate précipité répond à la composition Ti^2O^5 aq.

MM. Robert Schwartz et Walter Sexauer (⁴) ont répété mes expériences à 0° au lieu de 15°, ils ont trouvé que la composition de l'hydrate, lavé à l'alcool serait $TiO^3, 2H^2O$ ou $(TiO^2, O.2H^2O)$; ils pensent que, si l'on trouve une quantité d'oxygène plus faible, cela proviendrait d'une décomposition de TiO^3 à une température supérieure à 0°.

J'ai répété ces expériences, en maintenant à 0° ou au-dessous tous les réactifs employés, même l'alcool et l'eau de lavage et en conduisant chaque opération commencée, sans arrêt, jusqu'au seuil de l'hydrolyse.

La masse du sel pertitanique lavée à l'alcool et toujours maintenue à 0° est divisée en deux parties : l'une est solubilisée aussitôt dans 150^{cm^3} d'eau glacée et versée dans 6^l d'eau qui sera maintenue à 0° tout le temps que durera l'hydrolyse; l'autre partie du sel est débarrassée de l'alcool dans le

(¹) *Comptes rendus*, **176**, 1924, p. 1535.
(²) *Zeitsch. f. Phys.*, **26**, 1924, p. 59.
(³) Maurice Billy, *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1411.
(⁴) Robert Schwartz et Walter Sexauer, *Deutsch. ch. Ges.*, **60**, 1927, p. 500.

dessiccateur sulfurique dans le vide, ou à l'air libre, pour y déterminer le rapport $\frac{TiO^2}{O}$.

L'hydrate provenant de l'hydrolyse est séparé par décantation d'abord, par filtration ensuite, sur entonnoir refroidi à 0°. Le précipité est lavé à l'eau glacée jusqu'à ce que la liqueur ne donne plus aucune réaction sur le permanganate.

A ce moment il est dissous sur filtre par de l'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$, et donne une liqueur orangée qu'on sépare en deux parties égales quelconques : sur l'une on dose l'oxygène actif au permanganate, sur l'autre on précipite l'acide titanique par l'ammoniaque; on lave et l'on incinère pour obtenir TiO^2.

Résultats numériques.

Op à 0°, hydrolyse de 12 heures :

$$TiO^2 = 372^{mg}; \qquad O = 47^{mg},2; \qquad \frac{TiO^2}{O} = 7,87.$$

Composition correspondante : $Ti^2O^{5,26}$.

Op. à 0°, hydrolyse de 18 heures :

$$TiO^2 = 264^{mg}; \qquad O = 34^{mg}; \qquad \frac{TiO^2}{O} = 7,77.$$

Composition : $Ti^2O^{5,27}$.

Op. à 0°, hydrolyse de 36 heures :

$$TiO^2 = 190^{mg}; \qquad O = 22^{mg},3; \qquad \frac{TiO^2}{O} = 8,52.$$

Composition : $Ti^2O^{5,18}$.

Op. à 5°, hydrolyse de 18 heures :

$$TiO^2 = 356^{mg}; \qquad O = 40^{mg},4; \qquad \frac{TiO^2}{O} = 8,9.$$

Composition : $Ti^2O^{5,13}$.

Op. à 13°, hydrolyse de 18 heures :

$$TiO^2 = 199^{mg}; \qquad O = 19^{mg},6; \qquad \frac{TiO^2}{O} = 10,1.$$

Composition : Ti^2O^5.

$$\left(\text{Pour } TiO^3 \text{ on a } \frac{TiO^2}{O} = 5; \text{ pour } Ti^2O^5 \text{ on a } \frac{TiO^2}{O} = 10.\right)$$

Conclusions. — Le sel pertitanique étudié (sulfate double de titane et de potassium) contient toujours une proportion d'oxygène voisine du rapport $\frac{Ti}{O^3}$. Qu'il soit préparé à 0° ou à 15°, la température ne semble pas modifier sa composition entre ces limites.

Maintenu dans le vide le sel perd de l'oxygène actif, ce que l'analyse met en évidence.

L'hydrolyse du sel pertitanique faite de 10° à 20° provoque la formation d'un hydrate dans lequel le rapport entre l'oxygène et le titane est voisin de $\frac{Ti^2}{O^5}$; mais lorsque l'hydrolyse se passe à 0°, ce rapport est représenté par $\frac{Ti^2}{O^{5,27}}$ environ, *très éloigné de* $\frac{Ti}{O^3}$.

Il est extrêmement probable que le mécanisme de la fixation de l'oxygène actif sur TiO^2 ou Ti^2O^5 dépend d'un problème d'*équilibre:* les proportions relatives de TiO^2 et d'oxygène pouvant varier avec la température et la concentration.

CHIMIE MINÉRALE. — *Introduction du brome et de l'iode dans les silicates.* Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. C. Matignon.

Au cours des recherches qui m'ont conduit à trouver une méthode de synthèse de silicates doubles de potasse et d'autres bases j'avais été conduit à employer comme fondant le chlorure de potassium.

Lors de l'application que j'ai faite de cette méthode à l'oxyde de cobalt j'ai obtenu (¹) en même temps qu'un silicate double de cobalt et de potasse un chlorosilicate. Il m'a semblé intéressant de remplacer le chlorure de potassium employé alors par le bromure et par l'iodure correspondants, ce qui donnait l'espoir d'obtenir des dérivés bromés et iodés.

J'ai pu obtenir ainsi un bromo et un iodosilicate double de cobalt et de potasse.

Voici comment j'obtiens ces nouveaux produits. Je traite dans une capsule de platine du fluorhydrate de fluorure de potassium par de l'oxyde de cobalt et j'ajoute le produit de la réaction à du fluorure de potassium fondu dans un creuset de platine, je projette de la silice dans la masse et après quelques heures je laisse refroidir, j'ajoute alors un excès de bromure ou d'iodure de potassium et j'abandonne la masse sur un bec Méker pendant deux ou trois jours. Une partie du produit principal fond, mais en opérant avec des précautions suffisantes on isole après refroidissement lent et reprise par l'eau un produit identique d'aspect au chlorosilicate obtenu antérieurement.

(¹) *Sur la constitution du smalt* (*Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 972).

Le produit est accompagné du silicate double de potasse et de cobalt que j'avais rencontré précédemment. On l'en sépare facilement par la liqueur dense de Rohrbach.

Le produit obtenu en présence du bromure de potassium a pour densité, à zéro, 2,80, et pour formule

$$KBr,\quad K^2O,\quad CoO,\quad 4SiO^2.$$

Il est facilement attaqué par l'acide chlorhydrique.

	Trouvé.		
	1.	2.	Calculé.
Silice	46,07	46,31	45,45
Oxyde de cobalt	13,89	14,50	14,20
Potasse	25,73	»	26,70
Brome	»	14,97	15,15
Fluor	»	0,11	»

Le produit obtenu en présence d'iodure de potassium a pour densité, à zéro, 2,95, et pour formule

$$KI,\quad K^2O,\quad CoO,\quad 4SiO^2.$$

Il est également attaqué avec facilité par l'acide chlorhydrique.

	Trouvé.		
	1.	2.	Calculé.
Silice	41,96	42,00	41,56
Oxyde de cobalt	12,93	12,87	13,04
Potasse	26,03	»	24,52
Iode	»	21,70	22,08
Fluor	»	0,28	»

Ces composés donnent une réaction très sensible des sels de cobalt, au point qu'un sel de nickel non purifié donne un produit tout aussi foncé que le sel de cobalt pur.

M. Gaubert a examiné les produits, y compris celui du chlorosilicate.

Les cristaux sont trop petits pour permettre des mesures goniométriques; ceux qui paraissent un peu gros ont de mauvaises faces ou sont formés par un groupement.

Cependant, on peut presque affirmer que les trois composés sont ortho-

rhombiques, qu'ils ont des clivages faciles suivant les faces (001), (010), (100), faces habituelles des cristaux.

L'existence d'une facette constatée sur les trois composés pourrait bien indiquer la symétrie monoclinique. En effet elle existe très souvent seule dans le même cristal, mais cela peut être dû aussi à la position du cristal ayant empêché le développement de toutes les facettes. Dans tous les cas l'angle de cette facette avec la face que j'appelle *p* pour fixer les idées varie de 42 à 44° (42° dans le chlorosilicate).

Donc les trois composés sont certainement isomorphes.

A cause de la forte coloration des cristaux les images en lumière convergente se voient mal.

Voici la valeur approximative des indices de réfraction :

Chlorosilicate..................	1,505 ± 0,003
Bromosilicate..................	1,540 ± 0.003
Iodosilicate..................	1,572 ± 0,003

Les cristaux sont peu biréfringents et les nombres ci-dessus s'appliquent à l'indice moyen.

La facette mentionnée se trouve sur d'autres cristaux avec sa symétrique, par conséquent il est très probable que les cristaux sont orthorhombiques.

Il est donc possible d'introduire le brome et l'iode dans les silicates. On ne connaissait guère jusqu'ici que la sodalithe bromolithinée. Quant aux iodosilicates, celui de cobalt est le premier qui existe, du moins à ma connaissance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du magnésium sur quelques dérivés éthyléniques para-bromés du benzène.* Note de M. **Raymond Quelet**, transmise par M. Charles Moureu.

J'ai montré [1], que le para-bromoallylbenzène, le para-bromopropénylbenzène et le para-bromo-Δ_1-buténylbenzène réagissaient facilement sur le magnésium en présence d'éther anhydre, et donnaient naissance à des magnésiens éthyléniques normaux. Le para-bromostyrolène, dans les mêmes conditions, se montre inactif vis-à-vis du magnésium. Le para-bromo-Δ_3-buténylbenzène attaque lentement le métal à la température ordinaire; au sein de l'éther bouillant, la dissolution est plus rapide et

[1] R. Quelet, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1283; **186**, 1928, p. 236

après 10 heures de chauffage au bain-marie, le rendement en magnésien, déterminé par un dosage à l'iode, atteint 32 pour 100. Ce magnésien est bien constitué par le complexe éthylénique normal :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{ll} CH^2-CH^2-CH=CH^2 & (1) \\ MgBr & (4) \end{array}\right.,$$

car après décomposition par l'eau, il fournit le Δ_3-buténylbenzène (¹) avec un rendement voisin de 30 pour 100.

Dans la première Note relative à l'action du magnésium sur le parabromoallylbenzène et sur le para-bromopropénylbenzène, j'indiquais que les rendements en dérivés magnésiens, calculés d'après le dosage de la magnésie provenant de la décomposition par l'eau du produit de la réaction, étaient respectivement de 60 et de 70 pour 100 par rapport aux rendements théoriques. Par la suite, j'ai constaté que la proportion de magnésien vrai existant dans ces solutions, proportion déterminée par la méthode de Job et Reich, et contrôlée par pesée des carbures obtenus après hydrolyse des complexes, n'était pas en rapport avec le poids de magnésium retrouvé sous forme de magnésie. Ce fait est général pour la série des bromures étudiés; et c'est ainsi qu'après avoir chauffé pendant 6 heures au bain-marie la solution éthérée du dérivé bromé en présence de magnésium, des dosages m'ont donné les résultats suivants :

	Rendement pour 100 en magnésien	
Dérivé bromé.	déduit du dosage de la magnésie.	déterminé par la méthode Job.
p-bromopropénylbenzène	70	44
p-bromo-Δ_1-buténylbenzène	68	37
p-bromoallybenzène	60	34
p-bromo-Δ_3-buténylbenzène	56	29

En laissant la réaction se poursuivre à la température ordinaire, on obtient, pour une même proportion de magnésium entrée en combinaison des rendements en magnésien notablement supérieurs :

(¹) Sur ce carbure, voir ARONHEIM, *Lieb. An.*, 171, 1874, p. 219; ANDRÉ, *Bull. Soc. chim.*, 9, 1911, p. 193; RIIBER, *D. chem. Ges.*, 44, 1911, p. 2391.

Dérivé bromé.	Rendement pour 100 en magnésien déduit du dosage de la magnésie. Durée du contact. 6 h.	24 h.	3 j.	6 j.	déterminé par la méthode Job. Durée du contact. 6 h.	24 h.	3 j.	6 j.
p-bromopropénylbenzène	68	71	75	75	52,2	53	55	54,5
p-bromo-Δ_1-buténylbenz..	–	–	74	–	–	–	48	–
p-bromoallylbenzène	–	–	68	–	–	–	40	–

L'écart considérable existant entre les résultats fournis par les deux méthodes de dosage peut s'expliquer en admettant la formation d'un complexe magnésien d'addition, résultant de la fixation d'une molécule du magnésien normal sur la double liaison d'une autre molécule de ce même magnésien. Par exemple dans le cas du *p*-bromopropénylbenzène, il se formerait le composé :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH - CH - CH^3 \quad (1)\\ \quad\quad\quad\; | \\ \quad\quad\quad MgBr \\ C^6H^4 - CH = CH - CH^3 \\ MgBr \quad (4)\end{array}\right.$$

qui ne serait plus un magnésien normal et en particulier ne réagirait pas sur l'iode lors du dosage par la méthode de Job et Reich; par contre, il serait décomposable par l'eau en libérant la totalité de son magnésium sous forme de magnésie, et en engendrant un hydrocarbure. La formation d'un complexe de ce type a été démontrée par Rupe et Bürgin [1], dans l'action du magnésium sur le chlorure de cinnamyle; j'ai établi que, dans ce cas, le produit de la réaction était inactif vis-à-vis de l'iode.

Dans tous les cas, il se produit en outre la réaction secondaire habituelle : duplication du radical, par suite de l'élimination de deux atomes de brome par le magnésium. Et avec le para-bromopropénylbenzène, j'ai isolé le *p,p'*-dipropényldiphényle,

$$\begin{array}{l}C^6H^4 - CH = CH - CH^3 \quad (4)\\ |\\ C^6H^4 - CH = CH - CH^3 \quad (4')\end{array}$$

paillettes fusibles à 185-186°, très peu solubles dans l'alcool, solubles dans la benzine en donnant une liqueur douée d'une fluorescence bleue. A côté de ce corps solide, j'ai obtenu un produit indistillable et incristallisable, dont la composition centésimale est voisine de celle de l'hydrocarbure résultant

---

(1) Rupe et Bürgin, *D. chem. Ges.*, 43, 1910, p. 172.

de l'hydrolyse du complexe magnésien d'addition; je n'ai pas encore terminé son identification.

En résumé, sauf le para-bromostyrolène, les carbures éthyléniques parabromés envisagés réagissent sur le magnésium en donnant comme produits principaux des dérivés organomagnésiens normaux. En même temps et en plus de la réaction secondaire habituelle, il se produit vraisemblablement un phénomène d'addition qui engendre un complexe doué d'une très grande inertie. Néanmoins, malgré cette complication qui diminue notablement les rendements, les combinaisons organomagnésiennes des homologues du parabromostyrolène permettront d'effectuer la synthèse d'un certain nombre de dérivés éthyléniques para substitués du benzène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la déshydratation de la pinacone de la cycloheptanone.* Note de M. **Marcel Godchot** et Mlle **G. Cauquil**, transmise par M. Moureu.

Meiser [1] a indiqué que la pinacone de la cyclopentanone (1.1'-dioxydicyclopentyl-1.1') se transformait, par action de l'action sulfurique dilué, en une pinacoline, la 1.1-tétraméthylène-cyclohexanone-2. Disposant d'une certaine quantité de pinacone de la cycloheptanone (1.1'-dioxydicycloheptyle-1.1', signalée par Markownikow [2] comme produit secondaire de la réduction de la cycloheptanone et obtenue par nous dans la même réaction, nous avons étudié l'action des déshydratants sur ce composé : la présente Note a pour but d'indiquer les résultats obtenus qui se rapprochent beaucoup de ceux trouvés par Meiser dans le cas précité et examiné par lui.

I. La déshydratation de la pinacone de la cycloheptanone (P.F. 78°) peut s'effectuer par chauffage pendant quelques heures à 125°, en présence soit d'acide oxalique et d'eau (10g de pinacone + 10g d'acide oxalique sec + 20g d'eau), soit d'acide sulfurique dilué (10g de pinacone + 150g d'acide sulfurique à 20 pour 100). Dans les deux cas, si l'on abandonne pendant un peu de temps le produit de la réaction, on obtient une masse sirupeuse renfermant des cristaux; ceux-ci essorés et recristallisés dans l'éther constituent de très beaux prismes, fusibles à 72°. L'huile, séparée

---

(1) *Berichte der Deuts. chem. Gesellschaft*, **32**, 1889, p. 2055.

(2) *Journ. Soc. phys. chim. russe*, **34**, 1902, p. 904.

des cristaux, est distillée dans le vide et passe à la distillation vers 149°-150° sous 19^{mm}.

II. Le corps solide (P. F. 72°), analysé, nous a fourni les résultats suivants : C pour 100, 80,98; H pour 100, 11,82. Sa cryoscopie dans le benzène nous a donné, comme poids moléculaire, 194. Ces résultats permettent d'attribuer à cette substance la formule $C^{14}H^{22}O$ (théorie : P. M., 208; C pour 100, 80,76; H pour 100, 11,53). Nous avons reconnu, en outre, que nous avions en mains une cétone, bien que nous n'ayons pu obtenir, sans doute par suite d'empêchement stérique, de semicarbazone ni d'oxime; en effet, réduit par l'alcool absolu et le sodium, ce corps nous a fourni un alcool, $C^{14}H^{24}O$, fusible à 41° et caractérisé par sa phényluréthane cristallisée et fusible à 156°.

Nous attribuons à cette nouvelle cétone la constitution de l'hexaméthylène-1.1-cyclooctanone-2, engendrée par élimination d'une molécule d'eau aux dépens des deux OH de la pinacone, élimination qui est suivie de la formation d'un cycle en C^8 :

$$\begin{array}{l} CH^2-CH^2-CH^2\diagdown \qquad\quad \diagup CH^2-CH^2-CH^2 \\ \quad\;\;\; | \qquad\qquad\qquad\quad > C \;\text{---}\; C < \qquad\qquad\qquad | \\ CH^2-CH^2-CH^2\diagup \;\; OH \quad OH \;\diagdown CH^2-CH^2-CH^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \quad CH^2-CH^2-CH^2\diagdown \qquad \diagup CO-CH^2-CH^2\diagdown \\ \rightarrow \;| \qquad\qquad\qquad\qquad > C < \qquad\qquad\qquad\qquad > CH^2. \\ \quad CH^2-CH^2-CH^2\diagup \qquad \diagdown CH^2-CH^2-CH^2\diagup \end{array}$$

Lorsqu'on oxyde en effet la cétone par l'acide azotique ($d = 1,40$) à 100°, on obtient un acide solide, très peu soluble dans l'acide nitrique; il se dépose spontanément et cristallise dans le benzène en prismes fusibles à 116°. Cet acide est de l'acide 1.1-hexaméthylène subérique :

$$\begin{array}{l} CH^2-CH^2-CH^2\diagdown \quad \diagup CO^2H \\ | \qquad\qquad\qquad\qquad > C \\ CH^2-CH^2-CH^2\diagup \quad \diagdown (CH^2)^5-CO^2H. \end{array}$$

(Analyse : H pour 100, 9,38; C pour 100, 65,23; théorie pour $C^{14}H^{24}O^4$: H pour 100, 9,37; C pour 100, 65,62; le sel d'argent renferme 46,20 pour 100 Ag; théorie pour $C^{14}H^{22}O^4Ag^2$: Ag pour 100, 45,97.)

Enfin les eaux mères nitriques distillées dans le vide abandonnent un autre acide huileux qui, examiné, semble être identique à l'acide hexamé-

thylène malonique

$$
\begin{array}{l}
\quad CO^2H \\
\diagup \quad \diagup CH^2 - CH^2 - CH^2 \\
C \quad \qquad\qquad\qquad\quad | \\
\diagdown \quad \diagdown CH^2 - CH^2 - CH^2 \\
\quad CO^2H
\end{array}
$$

déjà signalé par MM. Haworth et Perkin (1); cet acide nous a fourni, en effet, un sel d'argent dont l'analyse permet de lui attribuer avec assez de certitude la formule $C^9H^{12}O^4Ag^2$. Cet acide hexaméthylène-malonique résulte d'une oxydation plus profonde de l'acide précédent.

III. Le corps liquide, bouillant à 149-150° sous 19mm, isolé par nous comme nous l'avons vu plus haut, est un carbure, le $\Delta_{1,1'}$ dicycloheptène :

$$
\begin{array}{l}
CH^2 - CH^2 - CH^2 \diagdown \qquad \diagup CH^2 - CH^2 - CH^2 \\
| \qquad\qquad\qquad\quad C - C \qquad\qquad\qquad\quad | \\
CH^2 - CH^2 - CH \diagup\!\!\diagup \qquad \diagdown\!\!\diagdown CH - CH^2 - CH^2
\end{array}
$$

($d_{4}^{19°} = 0,9736$; $n_{D}^{19°} = 1,526$; R. M. trouvée : 59,90; calculée pour $C^{14}H^{22} = 59,52$; l'exaltation constatée est due à la présence de deux doubles liaisons conjuguées). Ce carbure résulte de l'élimination de deux molécules d'eau, lors de la déshydratation de la pinacone de la cycloheptanone. Oxydé, à l'aide d'une solution étendue de permanganate de potassium, il fournit surtout de l'acide pimélique.

En résumé, le fait qui nous paraît intéressant est d'avoir obtenu une cétone hydrocyclique en C^8 en partant d'un corps possédant deux cycles en C^7. Meiser avait déjà isolé une cétone hydrocyclique en C^6 en partant d'un corps possédant deux cycles en C^5. Rappelons aussi que M. Tarbouriech (2) a obtenu la 2.2-diméthylcycloheptanone en déshydratant l'isopropylcyclohexylpinacone, passant ainsi d'un cycle en C^6 à un cycle en C^7. Tous ces faits présentent donc un certain caractère de généralité.

MINÉRALOGIE. — *Étude microscopique de quelques minerais métalliques du Pérou.* Note de MM. **J. Orcel** et **Gil Rivera Plaza**.

L'observation des sections polies de minerais au microscope métallographique, particulièrement en lumière polarisée, permet une détermination rigoureuse de leur composition minéralogique et de leur structure. Les

(1) *Journal of the Chemical Society*, 65, 1894, p. 599.

(2) *Comptes rendus*, 156, 1913, p. 75.

minerais métalliques du Pérou n'ayant pas fait encore l'objet d'une étude microscopique détaillée nous résumerons ci-dessous les résultats de l'examen d'un grand nombre de sections faites dans des échantillons provenant des principales mines.

Les gisements prédominants sont ceux de cuivre, plomb, zinc et argent; les filons qui les constituent sont à remplissage complexe, et il est difficile d'en donner une classification d'après les associations minérales qu'ils présentent. Cependant on peut y distinguer :

1° Des minerais essentiellement cuprifères, où le plomb est presque absent, et renfermant : soit le mélange érubescite, chalcosine et un peu de chalcopyrite; soit l'association chalcopyrite, panabase, énargite, et accessoirement mispickel;

2° Des minerais cuprifères et plombifères où l'on trouve les associations complexes suivantes : blende, panabase, bournonite, boulangérite (mine Caudalosa (prov. de Castrovirreyna, et mine San José, San Antonio de Esquilache (prov. de Lampa) et blende, galène, panabase, énargite (par exemple à la mine Miguel, district de Yauli). Ces minerais sont parfois d'une richesse remarquable en argent;

3° Des minerais d'argent, localisés dans certains filons et constitués par des argents rouges.

La pyrite se rencontre dans tous les filons; elle s'y est déposée la première.

L'*énargite* est extrêmement répandue dans tous les minerais cuprifères du Pérou, particulièrement dans la région d'Huaron, seuls les filons de la région de Casapalca n'en renferment pas; au microscope, elle est facilement reconnaissable à ses propriétés en lumière polarisée et à son comportement vis-à-vis des réactifs d'attaque. Elle se trouve fréquemment en inclusions très fines dans l'érubescite (mine San Expedito, province de Cerro de Pasco), et dans la galène (mine San Juan de Carahuaca, Yauli), où elle forme avec ces minéraux des associations eutectoïdes.

A la mine Ombla (district de Morococha), l'énargite est associée à un minéral de propriétés optiques analogues et présentant entre nicols croisés des macles polysynthétiques très nettes; il faut très vraisemblablement l'identifier avec la *luzonite* que l'on trouve d'ailleurs en masses importantes (toujours maclées) dans la région d'Huaron.

L'*érubescite* forme souvent avec la *chalcosine* des groupements à structure graphique; elle renferme parfois (mine San Expedito) des inclusions d'un

minéral jaune orangé agissant vivement sur la lumière polarisée, probablement identique à la « bornite orangée » signalée par J. Murdoch [1].

La *chalcopyrite* ne paraît pas s'être formée aux dépens de la pyrite et l'on doit plutôt lui attribuer une origine primaire au même titre que l'érubescite et la chalcosine. On la trouve aussi en inclusions dans la pyrite (Morococha).

La *panabase* se présente en masses associées aux autres minerais de cuivre ou en beaux cristaux dans les cavités; elle renferme fréquemment des inclusions de blende et de chalcopyrite.

La *blende* se trouve dans presque tous les minerais cuprifères et plombifères péruviens; elle est souvent remplie de fines inclusions de chalcopyrite parfois orientées (mine Miguel).

L'existence de *bournonite* (avec ses macles polysynthétiques caractéristiques) et de *boulangérite* est une caractéristique très spéciale de certains minerais (mines Caudalosa et San José). La *jamesonite*, probablement argentifère, forme à la mine Atlanta (province d'Huari) de fines aiguilles en inclusions dans des nodules de blende.

La *pyrargyrite* et la *proustite* se présentent localement dans certains filons (à la mine San Antonio, district de Casapalca, et dans la région de Caylloma). Elles forment parfois des groupements à structure graphique; elles sont associées à l'argent et à l'or natif (en très rares inclusions) et à un *minéral crème* isotrope probablement nouveau, car ses propriétés optiques et chimiques ne correspondent à celles d'aucune espèce connue. Nous n'avons pu encore en isoler assez pour l'analyse.

L'examen microscopique montre également la complexité des minerais de nickel de la province de La Mar (mine Rapi). Ceux-ci sont constitués par de la *gersdorffite*, de la *nickelite* et de la *chloanthite*; ce dernier minéral est associé à de la *rammelsbergite* qui forme sur le bord de ses cristaux des zones régulières agissant sur la lumière polarisée plus faiblement que la nickelite. La rammelsbergite se rencontre aussi dans la gersdorffite.

Outre les produits d'oxydation habituels (malachite, azurite, chrysocole, cuprite accompagnée de cuivre natif) il faut noter la présence du *cinabre* avec l'azurite dans le chapeau d'un filon de cuivre gris à la mine El Rubi (Lampa). Ce minéral n'était connu que dans le département d'Huancavelica.

---

(1) J. Murdoch, *Microscopical determination of the opaque minerals*, p. 64, New-York, 1916.

Signalons enfin, parmi les autres minerais étudiés, la *molybdénite* de Comas (Jauja) en agrégats de lamelles disséminées dans des veines de quartz, et les minerais de manganèse (*acerdèse*) d'Araucana (Puno).

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la région comprise entre le Manambao et le Manambolo (Ouest de Madagascar) et sur ses relations avec les phénomènes éruptifs.* Note de M. **Louis Barrabé**, présentée par M. Pierre Termier.

Les formations sédimentaires qui s'étendent entre le Bongo-Lava et le Canal de Mozambique, d'une part, et du Manambolo au Manambao, d'autre part, le long de la côte occidentale de Madagascar, présentent dans leur ensemble une grande régularité avec un pendage général uniforme vers l'Ouest. L'étude détaillée de cette région que j'ai effectuée en 1924 et en 1926 (en partie en compagnie de M. Schnæbelé) m'a permis de me rendre compte qu'un grand nombre d'accidents modifient, dans le détail, cette régularité apparente de la série sédimentaire.

Parmi ces accidents, les failles jouent un rôle prépondérant. Il en existe un grand nombre dans les affleurements situés entre le Bongo-Lava et les plateaux basaltiques ou labradoritiques. Elles ont généralement un rejet faible et une orientation NNW-SSE. On peut en observer : *a.* à la limite du massif cristallin et des grès triasiques (petites failles près d'Ankavandra et au Sud d'Ambatomainty); *b.* en de nombreux points des plateaux calcaires du Bemaraha; *c.* sur le bord occidental de ces plateaux, dans la région de Bekopaka et au Sud-Est d'Andimaka (là, les marnes néocomiennes à *Duvalia polygonalis* viennent buter vers l'Est contre le pied d'une falaise calcaire, haute de 15 à 20^m, qui limite la forêt d'Antsingy; le rejet n'est pas supérieur à quelques dizaines de mètres, car les marnes sont transgressives, en cette région, sur les calcaires bathoniens); dans la haute vallée de la Soahanina et sur le bord occidental du Bemaraha (là, une faille présente une lèvre occidentale relevée et elle est un peu plus inclinée sur le méridien que les précédentes); *d.* à la limite des grès tendres du Crétacé moyen et des marnes néocomiennes, les failles semblent assez fréquentes, mais elles sont généralement difficiles à préciser (j'en ai observé une très nette cependant, avec miroir de faille et à lèvre occidentale relevée, au col situé entre la Soahanina et la Demoka). Dans les plateaux basaltiques et dans les affleurements plus récents les failles semblent rares.

Les plis ne jouent qu'un rôle secondaire dans la structure de la zone sédi-

mentaire étudiée. Les couches présentent un pendage vers l'Ouest de 2 à 4° en moyenne, du Trias au Crétacé moyen compris, et seulement de 1 à 2° pour les basaltes et tufs des plateaux, ainsi que pour les formations plus récentes, jusqu'au Tertiaire compris. Les changements de pendages, fréquents dans les calcaires, sont dus généralement à des failles; parfois cependant on constate l'existence de flexures et même accidentellement d'ondulations anticlinales (gorges du Manambolo). Mais les plis bien définis sont rares : 1° A l'Ouest d'Ankavandra, j'ai observé un anticlinal à direction NNW-SSE qui affecte les schistes et psammites de la base du Trias (c'est probablement son prolongement qui passe près de Maroboaly et de Folakara); 2° Au Nord d'Anjiabe, près d'Antsalova, un anticlinal a été découvert en 1923 par MM. Léon Bertrand et L. Joleaud; en 1924, j'ai observé la présence d'une intrusion doléritique dans sa zone axiale. Cet accident comporte deux branches formant un V; la plus importante présente une orientation WNW-ESE. Des calcaires marneux et glauconieux kimeridgiens affleurent dans l'axe du pli, crevant au milieu des marnes néocomiennes. Le pointement doléritique a durci et métamorphisé les marnes et les calcaires marneux au travers desquels il s'est fait jour. Cette disposition permet de penser que l'intrusion a été l'agent essentiel de la production du pli. En beaucoup d'autres points, les pendages de la série sédimentaire sont également affectés par des intrusions de dolérite, mais sans formation de véritables plis; 3° Un autre anticlinal, dissymétrique, s'étend de la rivière Mahagomba au Manambao, avec une direction SSW-ENE. Sa zone axiale est jalonnée par trois dômes alignés de marnes à *Duvalia polygonalis* qui affleurent au milieu des grès du Crétacé moyen; parfois, les calcaires marneux du Kimeridgien apparaissent dans l'axe du pli. Un petit pointement de labradorite, l'Antongobory, apparaît dans les marnes, au Sud d'Andrafiavelo, mais il ne semble pas que les intrusions aient joué un rôle dans la formation de l'anticlinal. Dans la basse vallée du Manambao, les formations éruptives sont importantes, mais la plupart d'entre elles semblent constituer les restes d'édifices volcaniques qui se seraient établis sur la zone axiale arasée de l'anticlinal (Ambohibe W, collines au Sud d'Ambalatana et à l'Est de Betaboara).

Il est difficile de préciser l'âge des plis et des failles qui viennent d'être passés en revue; cependant il est remarquable que ces accidents n'affectent que des formations sédimentaires antérieures aux épanchements basaltiques, formations qui présentent d'ailleurs, ainsi que je l'ai déjà indiqué, des pendages plus accusés que les niveaux plus récents. Les coulées éruptives sont

assez bien datées, elles sont probablement turoniennes ([1]); il s'ensuit que la *phase orogénique est probablement d'âge cénomanien*, ce qui est conforme à l'opinion déjà admise par MM. Léon Bertrand et L. Joleaud ([2]). Une régression marine importante en est résultée. Les épanchements volcaniques ainsi que les nombreuses intrusions qui les ont accompagnées : dykes (Tsiandro, col de Binary, Brèche d'Ankavandra, etc.) ou laccolites (Beangohy, Bevitiky, Anjiabe, Nord de Dokolahy, Antongobory d'Andrafiavelo, etc.) sont dus à une phase éruptive correspondant à une période de décompression qui a dû suivre immédiatement la phase orogénique. Les mouvements postcrétacés semblent n'avoir eu pour conséquence, dans cette région, qu'un léger relèvement des couches sédimentaires, sans formation de failles importantes.

OCÉANOGRAPHIE. — *Étude densimétrique du courant de Humboldt et de la mer de l'île de Pâques.* Note de M. **J. Thoulet**.

Le *Challenger*, dans la dernière partie de sa traversée du Pacifique, avant d'arriver à Valparaiso, a coupé à peu près perpendiculairement le courant de Humboldt. Les résultats des quinze sondages densimétriques exécutés par lui dans cette région, publiés dans les *Reports* et que j'ai mis en graphiques (diagrammes et profils), quoique bien espacés les uns des autres, ont pu cependant fournir un certain nombre d'informations intéressantes.

Sous la poussée des grandes brises d'Ouest en Est qui soufflent le long d'une bande parallèle à l'équateur et séparant le Pacifique de l'océan Glacial austral, se crée sur la mer la grande dérive d'Ouest en Est des eaux qui vient frapper le sud de la côte occidentale de l'Amérique du Sud et s'y diviser en deux branches. La plus méridionale double le cap Horn et pénètre dans l'Atlantique sud. L'autre branche, relativement tiède, heurtant obliquement le continent américain, est détournée vers le Nord, rencontre la concavité du golfe d'Arica qui l'infléchit vers le Nord-Ouest puis vers l'Ouest. En atteignant la Malaisie et l'Australie, elle y achève son cycle et commence à le renouveler. Sur sa route, le long de la côte du Chili, en rive droite, elle reçoit, surtout au printemps et en été, un énorme afflux d'eau douce très froide provenant de la fonte des neiges qui, pendant l'hiver correspondant à

([1]) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1567.
([2]) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 715.

l'été de l'hémisphère Nord, ont couvert la chaîne des Cordillères séparée de la mer par l'étroite bande du Chili. Brusquement augmentée de volume et fortement refroidie, ce qui sera désormais sa principale caractéristique, la dérive devient alors le courant de Humboldt.

Il se fait alors une sorte d'épanouissement tourbillonnaire des eaux, dont le centre se trouve vers l'île de Pâques et comparable à la mer des Sargasses de l'Atlantique nord. Cet éspace, long d'Est en Ouest de 3000 milles environ, constitue géographiquement et physiquement une parfaite individualité nettement distincte des eaux environnantes plus légères, plus chaudes et plus salées, qui pourrait par conséquent être désigné sous le nom de mer de l'île de Pâques. Son individualité est même confirmée par les sédiments du fond tels qu'ils ont été analysés et décrits par Murray et Renard dans les *Deep Sea Deposits* des *Reports* et par le gisement relatif des dépôts graveleux et des vases, boues et argiles rouges et bleues. Ces divers caractères sont tous marqués sur les graphiques densimétriques et en particulier sur les zones hautes des diagrammes en régime moyen comparées au régime océanique des eaux pacifiques environnantes.

Appauvri par cet épanouissement, vers Païta, le courant de Humboldt, poursuivant sa route, reprend son état de dérive et se confond avec le grand courant sud-équatorial d'Est en Ouest du Pacifique.

HYDROLOGIE. — *Sur la radioactivité de quelques sources de la région pyrénéenne*. Note de MM. **J. Aloy** et **Jacques Averseno**, présentée par M. Charles Moureu.

Nous avons déterminé la teneur en radon de l'eau et des gaz spontanés des principales sources des deux stations d'Ax-les-Thermes (Ariège) et Ussat-les-Bains (Ariège) ainsi que de deux sources sulfurées dans la vallée de la Haute-Ariège, à Merens et à Saillens. Toutes se rattachent, au point de vue géologique, au groupe oriental de la zone axiale des Pyrénées [1].

Ax-les-Thermes. — La station d'Ax-les-Thermes possède un grand nombre de sources thermales; la plupart sont utilisées dans les quatre établissements du Teich, du Modèle, du Couloubret et du Breilh; certaines coulent sur la voie publique. Elles présentent de grandes analogies, au point de vue de la radioactivité et de la sulfuration, avec certaines sources de Luchon, étudiées par M. A. Lepape [2]. Seule, la source

---

[1] P. Urbain, *Introduction à l'étude hydrogéologique des Pyrénées françaises* (*Annales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie*, 4, 1, 1926).

[2] A. Lepape, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1908.

Viguerie avait été antérieurement examinée au point de vue de la radioactivité. L'eau a été prélevée aux griffons ou le plus près possible des griffons lorsque ces derniers n'étaient pas accessibles. Les mesures ont été effectuées selon la méthode de Moureu et Lepape ([1]) avec l'appareillage de Chéneveau et Laborde.

Source.	Température. 1926.	Température. 1927.	Radon en millimicrocuries par litre d'eau à l'émergence. 1926.	Radon en millimicrocuries par litre d'eau à l'émergence. 1927.	Radon en millimicrocuries par litre de gaz sec à 0° et 760mm. 1927.	Hororadioactivité en microcuries (eau).	Puissance radioactive en mg-Ra.
Établissement du Teich.							
Viguerie	73°,8	73°,5	1,18	1,32	19,7	7,5	1
Puits d'Orlu		60		2,82		20,3	2,7
Eau bleue		42		1,42		0,25	0,0035
Pyramide		64,5		1,26		3,6	0,48
St-Roch (à droite)		40		2,17		0,09	0,013
Isabelle		54,5		2,42		0,25	0,035
Quod		52		1,30		1,17	0,16
Établissement du Couloubret.							
Pilhes		42,5		1,04		1,12	0,15
Gaston Phœbus		42		0,87			
La Basse		21,5		2,28		8,89	1,18
Rossignol Supér.		77,5		2,64	53	15,8	2,11
Bain Fort		17		0,98		2,05	0,27
Montmorency		30,5		0,89		1,22	0,16
Établissement du Modèle.							
Les Abeilles		49,5		2,32		1,18	0,15
Alcaline	56		0,37			1,33	0,17
Grande Sulfureuse	69		2,27			16,34	2,18
Établissement du Breilh.							
Longchamp		56		0,24			
Étuve		52		1,53			
Petite Sulfureuse		46,2		1,92			
Place Publique.							
Rossignol Infér.	77		2,45			3,52	0,47
Étuve de l'Hôpital.		69,5		2,31			

([1]) *Annales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie*, 3, 1925, p. 157.

Mérens. — Les sources de Mérens sont mal captées. La source Sicre ou Filhol, située sur la rive droite du Nabre, étudiée jadis par Filhol et Garrigou, a donné 2,06 millimicrocuries de radon par litre, sa température est de 41°. Deux autres sources situées au voisinage, sur la rive droite du Nabre, ont donné respectivement :

Température.	Radon en millimicrocuries par litre d'eau.
42°,5	1,54
48°,5	0,46

Ussat. — Les eaux d'Ussat sont sulfatées calciques. La Station possède deux établissements en service : le Grand Établissement ou Fraxines et Sainte-Germaine.

Source.	Température. 1926.	Température. 1927.	Radon en millimicrocuries par litre d'eau à l'émergence. 1926.	Radon en millimicrocuries par litre d'eau à l'émergence. 1927.	Radon en millimicrocuries par litre de gaz sec à 0° et 760mm. 1927.	Hororadio-activité en microcuries (eau). 1927.	Puissance radioactive en mg-Ra.
Grand Établissement Fraxines	38°	36°,1	4,16	3,92	28,28	130,7	17,42
Établissement Sainte-Germaine. Source Lombrives		36°,1		3,55			

Saillens. — A quelques kilomètres d'Ax, au delà de Mérens, sur la route de l'Hospitalet, il existe une source sulfurée froide, dite de Saillens, déjà étudiée au point de vue chimique par Garrigou et Carnot. Elle ne dégage pas de gaz spontanés, mais possède 17,5 millimicrocuries de radon par litre d'eau à l'émergence. Sa température est de 14°. Sa sulfuration, d'après Carnot, serait de 0mg,0034 de soufre par litre.

Conclusions. — La radioactivité des eaux d'Ax, faible en valeur absolue, est importante pour quelques-unes d'entre elles si l'on considère l'hororadioactivité, en particulier pour les sources Viguerie, Puits d'Orlu, Rossignol Supérieur et Grande Sulfureuse. L'hororadioactivité des eaux du Grand Établissement à Ussat est également considérable, en raison de leur énorme débit. Les eaux d'Ax et de Mérens, analogues au point de vue de la composition le sont également au point de vue de la radioactivité. La radioactivité beaucoup plus élevée de la source de Saillens, qui se classe parmi les plus radioactives de France, est en accord avec les faits observés par M. Lepape à Bagnères-de-Luchon où les sources tièdes et froides sont beaucoup plus radioactives que les sources chaudes.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier* 1928. Note de MM. **L. Éblé** et **J. Itié**, présentée par M. G. Ferrié.

Les valeurs données ci-dessous des éléments magnétiques au 1er janvier 1928 sont les moyennes de toutes les valeurs horaires relevées au magnétographe Mascart pendant les mois de décembre 1927 et janvier 1928; elles résultent donc de 1488 lectures. On peut espérer éliminer ainsi l'influence des irrégularités qui ont pu se produire aux environs du 1er janvier.

La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1927.

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux.

(Latitude : 48°49′16″; longitude : 2°0′52″ E. Gr.)

	Valeurs absolues pour l'époque 1928,0.	Variation séculaire.
Déclinaison	11°26′,5	—11′,4
Inclinaison	64°39′,3	+ 0′,2
Composante horizontale	0,19654	—0,00003
» verticale	0,41493	—0,00014
» nord	0,19263	+0,00010
» ouest	0,03899	—0,00064
Force totale	0,45913	—0,00013

La variation séculaire de la déclinaison est certainement un peu moins rapide que les années précédentes. Celle des éléments qui ne dépendent pas de la déclinaison (inclinaison, composantes horizontale et verticale, et force totale) est encore très faible.

BOTANIQUE. — *Sur divers stades de la mitose de l'*Hyacinthus orientalis *et, comparativement, de l'*Allium cepa. Note de M. **A. Eichhorn**, présentée par M. Molliard.

Les stades de la caryocinèse qui, aujourd'hui encore, demeurent les plus discutés sont, au début et au terme de la division, respectivement la prophase et la télophase. Aussi est-il souhaitable de porter tout spécialement

son attention sur ces deux moments de la mitose comme de rechercher si, dans les objets les plus divers, les phénomènes ne sont pas essentiellement comparables. A ce point de vue la Jacinthe et l'Oignon offrent un matériel des plus utiles (¹).

Pour la présente étude on a fixé dans le liquide de Helly, durant 8 heures, le méristème et la partie sous-méristématique des racines de ces plantes poussées en terre; la fixation a été suivie d'une postchromisation de 48 heures dans le bichromate de potassium à saturation et à chaud. La coloration des coupes, enfin, a été pratiquée à l'aide de l'hématoxyline ferrique de Heidenhain.

Au repos les noyaux, dans l'un et l'autre objet, présentent un fin réticulum granuleux (A) dont l'existence réelle a été souvent mise en doute; on a voulu voir là le résultat de la fixation. Cette opinion ne saurait être soutenue, car il est possible de retrouver ce même aspect au cours d'observations vitales, notamment dans les cellules du filet. On peut voir, en outre, deux nucléoles de taille sensiblement égale, renfermant de petites inclusions dont il est difficile de préciser la nature, mais qui ne sont pas des cristaux, fortement teintées en noir par l'hématoxyline après une différenciation très poussée qui laisse le nucléole coloré en gris clair; puis, de-ci de-là sur le réseau, quelques granulations dont le nombre est d'ailleurs des plus inconstants et qui ne jouent pas le rôle de centres de condensation de la chromatine qu'il a été possible d'attribuer à des formations analogues dans le cas du Pin. Si l'on examine un noyau en interphase le réticulum apparaît plus net, les nucléoles souvent sont en voie de fusionnement ou même ont fini par se fusionner en un seul. De fait, ce fusionnement, qui peut n'être que très tardif, finit toujours par se produire et, au dernier stade de la prophase, on ne rencontre jamais qu'un seul de ces éléments qui disparaît à son tour brusquement sans qu'aucun rôle certain puisse lui être attribué dans la formation des chromosomes. Ceux-ci, en effet, prennent naissance, dans les deux objets étudiés, de la manière suivante : le réseau chromatique se découpe en un certain nombre de filaments ténus, sinueux et longs, orientés tous dans un même sens (B). Ces filaments, dont il est

(¹) De nombreuses études ont été consacrées à la mitose somatique de l'*Allium cepa* et les travaux de Grégoire et de Lundegardh, entre autres auteurs, restent fondamentaux. Il n'en va pas de même pour *Hyacinthus orientalis* et le plus récent travail sur ce sujet, celui de Carruthers (1921), appelle de nombreuses rectifications dont la discussion, toutefois, ne saurait trouver place ici.

assez difficile de dire exactement pour chacun d'eux où il commence et où il finit, se raccourcissent en s'épaississant, tout en demeurant, néanmoins,



Images de mitoses dans la racine de l'*Hyacinthus orientalis.* A, interphase; B, C, E, F, prophase; G, télophase; D, fragments de chromosomes prophasiques d'*Allium cepa.* (Gross. 1500.)

très flexueux et sans présenter aucune trace de clivage; celui-ci va apparaître bientôt dès que les filaments, conservant toujours leur même orientation, se seront individualisés davantage (C). Ils se montrent alors nettement distincts les uns des autres ([1]), et l'alvéolisation est évidente (F), elle est très apparente dans le cas de la Jacinthe, où il semblerait parfois qu'un chromosome soit formé d'articles rapportés bout à bout (E), elle l'est moins dans celui de l'Oignon (D).

Par la suite, chaque chromosome se replie en forme de V et, après s'être

---

([1]) Ceci n'implique pas que dans les stades antérieurs les filaments ne sont pas distincts les uns des autres, ou encore qu'ils forment un spirème continu. Ce spirème n'est généralement que le résultat d'une mauvaise fixation et n'a jamais été rencontré dans les préparations obtenues à l'aide du liquide de Helly; on le réalise, au contraire, par fixation au liquide de Bouin.

rangé à la plaque équatoriale, se divise par fissure longitudinale, donnant ainsi deux chromosomes fils qui émigrent séparément à un pôle de la cellule. C'est là que se produit le tassement polaire. A ce moment les chromosomes ne se confondent pas, au contraire : chacun conserve son individualité et cela même plus tard quand se produit l'alvéolisation. On voit alors les chromosomes se creuser et affecter une forme analogue à celle qu'ils présentent au cours de la prophase; l'alvéolisation s'accentuant leur fait perdre de plus en plus leur structure et ils offrent finalement un aspect déchiqueté sans présenter encore de contact entre eux (G); ce contact se réalise peu à peu cependant qu'apparaissent deux petits nucléoles, situés symétriquement dans les deux noyaux fils. De cette manière le réseau finement granuleux et à mailles serrées est reconstitué après que les chromosomes ont, apparemment, perdu leur individualité qu'ils avaient conservée jusqu'à la fin de la télophase.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La genèse de l'amidon dans les céréales, les glucides des feuilles et des tiges du riz.* Note de M. H. **Belval**, présentée par M. Molliard.

Ce travail entrepris en Chine, dans les rizières des environs de Chang-hai, a malheureusement été interrompu par la guerre civile. On ne trouvera donc ici que les résultats concernant les feuilles et les tiges.

On a montré précédemment [1] : 1° que les céréales indigènes forment deux groupes des plus distincts par la nature des glucides qu'elles renferment : le groupe du blé, comprenant le seigle, l'orge et l'avoine, caractérisé par la présence de substances lévogyres dans la gaine des feuilles, la tige et le grain; le groupe du maïs où les lévulosanes font constamment défaut; 2° que, en aucun cas et à aucune période du développement, on ne trouve trace de dextrines : les prétendus principes dextriniformes des auteurs n'étant pas autre chose qu'un mélange de saccharose et de lévulosanes dans le groupe du blé, et dans celui du maïs, du saccharose exclusivement.

A ne considérer que les glucides des feuilles et des tiges, le riz se range à côté du maïs.

---

(1) H. Colin et H. Belval, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 1441; **177**, 1923, p. 973. — H. Belval, *La genèse de l'amidon dans les céréales* (*Rev. gén. Bot.*, **36**, 1924, p. 308).

1. *Feuilles.* — Dans l'impossibilité de séparer convenablement, loin de tout laboratoire, la gaine et le limbe des feuilles, on s'est contenté de fixer séparément les limbes; quant aux gaines, l'expérience ayant montré que, par les sucres qu'elles contiennent, elles se rapprochent plus des tiges que des limbes, on les a traitées avec les tiges. Ainsi qu'il est de règle dans les céréales, le saccharose l'emporte de beaucoup sur les sucres réducteurs : les pouvoirs rotatoires avant hydrolyse sont toujours très élevés et, après action de la sucrase, s'écartent fort peu des valeurs théoriques du pouvoir rotatoire du sucre interverti.

2. *Gaines et Tiges.* — Sans doute possible, le sucre de canne, premier produit de l'assimilation chlorophyllienne, émigre vers la tige en se dédoublant en ses deux constituants : tandis que, dans l'ensemble, le pouvoir rotatoire initial est notablement inférieur à celui du limbe, après hydrolyse, tous les pouvoirs rotatoires, ceux des limbes aussi bien que ceux des tiges, sont identiques, ou peu s'en faut. Comme par ailleurs, dans tous les cas, l'inversion diastasique est totale, on peut conclure que le saccharose est le seul glucide soluble non réducteur et que la composition du mélange des sucres réducteurs est très voisine de celle du sucre interverti.

Le tableau suivant contient, avec les valeurs du pouvoir rotatoire avant et après hydrolyse $[\alpha_1]$ et $[\alpha_2]$, le pourcentage des différents glucides, par rapport au poids frais : R, sucres réducteurs; S, saccharose, calculé en sucre interverti; T, sucre total.

Dates des récoltes.	Organes analysés.	$[\alpha_1]$.	$[\alpha_2]$.	R.	S.	T.	$\frac{R}{S}$
16 juin	Plante entière	+36	−27	0,10	0,34	0,45	0,31
19 juil.	Limbes	+60	−17	0,13	1,03	1,18	0,12
	Gaines et tiges	+34	−17	0,12	0,30	0,43	0,41
4 août	Limbes	+60	−18	0,09	0,87	0,97	0,11
	Gaines et tiges	+34	−17	0,13	0,29	0,43	0,44
26 août	Limbes	+51	−19	0,19	0,90	1,10	0,21
	Gaines et tiges	+39	−19	0,25	0,60	0,85	0,42
14 sept.	Limbes	+60	−20	0,18	1,35	1,53	0,13
	Gaines et tiges	-	-	0,26	0,94	1,12	0,27
14 oct.	Limbes	+60	−13	0,24	1,42	1,67	0,16
	Gaines et tiges	+45	−16	0,50	1,23	1,73	0,41
8 nov.	Tiges	+50	−19	0,50	1,79	2,29	0,28

A l'encontre de ce qu'on observe dans les autres céréales, le blé en par-

ticulier, les valeurs exprimant la totalité du contingent glucidique apparaissent ici, pour les tiges, inférieures à celles des limbes. Simple question d'hydratation : la teneur en eau des tiges, qui se développent en terrain inondé, oscille entre 80 et 82 pour 100 ; dans les limbes, soumis à l'action d'un soleil intense, elle ne dépasse guère 65 pour 100. En tenant compte de ces données, si l'on ramène les calculs à 100^{g} de matière sèche, on obtient par exemple pour le 26 août : 3,44 au lieu de 1,10 dans le limbe et 4,28 au lieu de 0,85 dans la tige.

Il reste à étudier l'évolution du grain ; ce que nous ferons pendant notre prochain séjour si les circonstances le permettent.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le sclaréol, principal constituant de l'essence absolue de Sauge Sclarée.* Note de MM. **Volmar** et **Jermstad.**

Le *sclaréol*, que nous avons retiré de l'essence absolue de Sauge Sclarée[1] en faisant cristalliser à plusieurs reprises dans l'éther de pétrole bouillant l'essence débarrassée de ses constituants volatils, se présente sous la forme d'aiguilles ou de prismes incolores, sans odeur ni saveur, fondant à 104°-105° et bouillant sans se décomposer à 182° sous 1^{mm}, insolubles dans l'eau et les alcalis, solubles dans l'alcool, l'éther, l'éther de pétrole, l'acétone, le benzène, le chloroforme, etc.

Sa composition centésimale, déterminée par microcombustion, selon la méthode de Pregl, et son poids moléculaire, trouvé par cryoscopie dans le benzène, égal à 489, permettent de lui attribuer la formule $C^{54}H^{63}O^{3}$. Son pouvoir rotatoire spécifique, en solution dans l'alcool absolu, est

$$\alpha_{D}^{20} = -6°,12.$$

Le sclaréol ne renferme pas d'azote ; il ne donne pas les réactions des alcaloïdes ; il n'est hydrolysable ni par les acides, ni par la levure de bière ; il ne se combine pas avec l'hydroxylamine ; il n'est pas attaqué par les alcalis, et on le retrouve inaltéré dans l'essence saponifiée : il ne peut donc être ni un carbure, ni une aldéhyde, ni une cétone, ni un acide, ni un phénol, ni une lactone, ni un éther-sel, ni un alcaloïde, ni un glucoside.

Il ne renferme ni groupe méthoxy, ni groupe éthoxy ; il ne peut donc contenir que des fonctions alcooliques ; l'acétylation permet de mettre en

---

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 517.

évidence, quoique péniblement, la présence au moins d'un oxydrile; le chlorure de benzoïle et l'isocyanate de phényle, par contre, sont sans action. Cette résistance aux réactifs est caractéristique des termes supérieurs de la série alcoolique; il n'est pas attaqué par la potasse fondue, ce qui semble indiquer que ses fonctions alcooliques sont tertiaires.

La détermination de son indice de brome montre qu'il peut fixer quatre atomes de brome, et par suite qu'il renferme deux doubles liaisons.

Le scläréol est donc un alcool tertiaire, polyatomique, non saturé, voisin des phytostérines et des cholestérines, dont il donne d'ailleurs les principales réactions : avec l'acide trichloracétique fondu, on obtient une belle teinte rouge cerise (réaction de Tchugaeff) en solution chloroformique, il décolore le brome à froid et donne une coloration rouge avec l'acide sulfurique concentré (réaction de Hager-Salkowsky) et une coloration verte avec un mélange d'anhydride acétique et d'acide sulfurique concentré (réaction de Liebermann-Burchard).

Son oxydation par le permanganate de potassium, en solution dans l'acétone anhydre, selon la méthode de Sachs [1], nous a fourni :

1° Un composé non acide, cristallisé, fondant à 97°; sa composition centésimale, déterminée par microcombustion, et son poids moléculaire trouvé par cryoscopie dans le camphre fondu, selon la méthode de Rast [2], égal à 264, permettent de lui attribuer la formule brute $C^{17}H^{30}O^{2}$.

Cette substance, très altérable à l'air et à la lumière, se transforme rapidement, même dans le vide sulfurique, en une masse résineuse jaune.

2° Un acide cristallisé auquel nous avons donné le nom d'*acide scläréolique;* il se présente sous la forme d'une masse soyeuse, fondant à 160°,5, insoluble dans l'eau, soluble dans les dissolvants organiques, inactive sur la lumière polarisée et douée d'une belle fluorescence bleue.

Sa composition centésimale a été déterminée par microcombustion et son poids moléculaire, par cryoscopie dans le camphre fondu, selon la méthode de Rast (*loc. cit.*), trouvé égal à 325.

Son sel d'argent, obtenu en précipitant par le nitrate d'argent sa solution exactement neutralisée, renferme 24 pour 100 Ag.

Ces résultats obtenus permettent d'attribuer à l'acide scläréolique la formule d'un acide monobasique $C^{19}H^{36}O^{4}$ ou $C^{18}H^{35}O^{2}CO^{2}H$.

L'acide scläréolique, pas plus que la substance non acide qui s'est formée

(1) SACHS, *Berichte d. ch. Ges.*, 34, 1901, p. 496.

(2) RAST, *Berichte d. ch. Ges.*, 54, 1921, p. 1979.

en même temps que lui, n'ont pu être identifiés avec des composés connus.

L'oxydation chromique du scléréol nous a conduits à un composé non acide cristallisé fondant à 125°, différent des précédents, et également inconnu. Sa formule brute, déduite de sa composition centésimale et de son poids moléculaire, trouvé égal à 334, est $C^{18}H^{30}O^{2}$.

L'oxydation nous a donc donné des combinaisons trop riches en carbone et inconnues; les fragments en lesquels s'est dédoublée la molécule sont encore trop grands et, pour pouvoir déterminer leur constitution et passer ensuite à celle du scléréol, il nous aurait fallu employer des quantités de substances bien supérieures à celles dont nous disposions.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur les variations de la descendance des Topinambours greffés.* Note [1] de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Les Topinambours de semis dont j'ai, dans une première Note [2], entretenu l'Académie, m'ont fourni, à la fin de leur végétation, de nouvelles variations concernant la floraison et le passage à l'état de vie ralentie.

Tous les pieds restés à l'état de rosette n'ont pas fleuri; il en a été de même pour quelques exemplaires à tige aérienne bien développée. Les autres ont donné des fleurs en nombre variable; leur floraison a été soit précoce, soit tardive et il y avait tous les passages entre ces deux extrêmes. Deux pieds ont présenté un début de duplicature; un autre, au lieu d'avoir des demi-fleurons étalés, en possédait qui étaient dressés obliquement et s'enroulaient plus ou moins.

Le passage à l'état de vie ralentie a été également très variable suivant les individus. Sur 368 jeunes plantes, 236 se sont desséchées presque à la même époque que les témoins, quand les types à rosette étaient secs depuis longtemps déjà et les autres restaient verts sur une partie de leurs tiges. Certains de ceux-ci ont supporté sans périr complètement la température de — 15° que nous avons subie cet hiver. Sur 206 pieds, j'ai constaté la présence de racines aériennes en forme de moignons comme il s'en était formé chez les Topinambours greffés sur lesquels j'avais récolté mes graines. 46 portaient des tubercules aériens basilaires et deux de ceux-ci en avaient jusqu'au sommet de l'axe. La plupart présentaient, à la base de

(1) Séance du 12 mars 1928.

(2) *Comptes rendus* 185, 1927, p. 968.



leur tige, un manchon tuberculeux rappelant celui qui se forme à la base de l'épibiote quand on greffe le Topinambour sur le Soleil annuel.

La forme des tubercules souterrains était chez tous différente de celle des tubercules de la variété originelle. Elle pouvait se ramener à deux types reliés entre eux par tous les intermédiaires : les uns étaient fusiformes comme ceux de l'*Helianthus Mangini;* les autres, ovoïdes ou presque sphériques comme ceux de l'*Helianthus Dangeardi*. Leur nombre, leur grosseur, leur couleur, l'état lisse ou rugueux de leur surface, leur distance au collet de la plante etc., était assez variable; cependant tous les exemplaires à vie prolongée et à tubercules aériens portaient de petits tubercules, nombreux et agglomérés à la façon de ceux de l'*Helianthus Dangeardi*. En outre, et c'est là un fait curieux, la plupart d'entre eux étaient pourvus de racines tuberculeuses qui, chez certains exemplaires, étaient plus nombreuses et plus développées qu'à la première génération et rappelaient celles du Dahlia (figure ci-contre).

Des faits que je viens de brièvement exposer découlent les conclusions suivantes : 1° la variété de Topinambour sur laquelle j'opère depuis 1894, sans me laisser arrêter par une longue fixité apparente, s'affole de plus en plus sous l'influence des symbioses répétées et certains caractères nouveaux apparus à la suite du semis des graines fournies par les épibiotes se sont accentués à la deuxième génération sexuée; 2° ces caractères proviennent des réactions consécutives à la lutte pour la vie entre deux espèces à rythmes de végétation et à modes de propagation différents et au changement de milieu amené par leur vie en commun; il y a donc, chez le Topinambour dont je me suis servi, hérédité des caractères acquis par la greffe, puisque ces caractères nouveaux se transmettent par multiplication végétative et par reproduction sexuelle; 3° enfin il est facile de voir par les chiffres ci-dessus donnés que leur transmission s'effectue par un processus particulier, sans rapport avec la loi de Mendel.

AGRONOMIE. — *Sur les écarts que peut présenter la concentration en ions* H$^+$ *du sol en des points très voisins*. Note de M. **Cl. Fromageot**, présentée par M. Molliard.

L'acidité du sol est considérée comme l'un des facteurs importants de la biologie du sol; mais le sol est un milieu foncièrement hétérogène, où les phénomènes de diffusion ne jouent que difficilement. J'ai pu constater, par

exemple, combien de l'acide sulfurique répandu à la surface d'un terrain d'expérience (limon des plateaux), malgré un travail superficiel (5^{cm}) de la terre, et malgré la neige et la pluie abondante, y pénétrait peu; voici quelques chiffres significatifs à cet égard :

Tableau I.
(300 litres SO^4H^2 à 64 pour 100 répandus les 18-22 janvier sur 300 m^2.)

Dates des mesures.	pH surface.	pH à 18^{cm} de profondeur.
22 janvier 1928...........	3,5	6,9
5 février »	4,2	6,8
3 mars »	5,5	7,1

De multiples causes interviennent dans la nature pour modifier inégalement la concentration en ions hydrogène en certains points. Il m'a donc paru intéressant de me rendre compte, au moins d'une façon relative, du degré d'hétérogénéité que peuvent présenter différents sols, en déterminant l'ordre de grandeur des variations de leur acidité en des points très voisins.

Dans ce but, j'ai taillé sur le terrain à étudier deux surfaces rectangulaires formant un dièdre droit de 30×20^{cm}, l'une verticale, l'autre horizontale. J'ai prélevé, à l'aide d'un tube de verre muni d'un piston, de petits échantillons de sol, au nombre d'une cinquantaine pour les deux surfaces; ces échantillons, suffisamment réguliers, pèsent environ $0^g,7$. Ils sont introduits dans de petits tubes de verre que l'on bouche après y avoir ajouté 2^{cm^3} d'eau distillée.

Il n'est pas inutile de dire quelques mots de la technique suivie pour la mesure : comme ce sont des écarts qui doivent être mis en évidence, il faut que la fidélité du procédé de mesure soit irréprochable dans les limites de précision où l'on opère. Des expériences de contrôle m'ont montré que seule la méthode colorimétrique convient ici. Le mélange sol + eau, plusieurs fois brassé avec une fine baguette de verre, est abandonné pendant 15 à 20 heures; après un nouveau brassage, il est centrifugé; la mesure est faite sur le liquide parfaitement limpide, et le plus rapidement possible après la centrifugation (moins de 1 heure après).

Je donne ci-après quelques-uns des chiffres trouvés pour deux types différents de *sols cultivés* (limon des plateaux).

Sol A } Sol B } Sol travaillé mécaniquement pour la culture des céréales;
Sol C : Sol recouvert de pâturage, non travaillé mécaniquement.

J'appelle acidité moyenne la valeur obtenue en opérant sur un échantillon d'environ 50g.

TABLEAU II.

	Nombre pour 100 d'échantillons.		
	Sol A (acidité moyenne)	Sol B (acidité moyenne)	Sol C (acidité moyenne)
pH.	6,9.	7,0.	6,4.
5,9	»	»	5,0
6,0	»	»	5,0
6,1	»	»	2,5
6,2	»	3,1	2,5
6,3	»	3,1	»
6,4	»	3,2	5,0
6,5	»	3,1	15,0
6,6	4,9	6,3	10,0
6,7	14,6	18,7	5,0
6,8	19,5	25,0	10,0
6,9	29,3	6,3	17,5
7,0	19,5	25,0	15,0
7,1	2,5	6,2	2,5
7,2	2,4	»	2,5
7,3	4,9	»	2,5
7,4	2,4	»	»

Il est évident que les chiffres ainsi obtenus n'ont qu'une valeur relative, dépendant de la taille des échantillons prélevés et de leur nombre. Néanmoins, ils montrent que l'acidité d'un sol est susceptible d'éprouver en des points très voisins des variations importantes, et variables suivant les sols : les terrains qui, comme ceux des pâturages (Δ pH = 1,5), ne sont guère remués se différencient nettement comme l'on pouvait s'y attendre des terrains fréquemment travaillés (Δ pH = 0,8 et 0,9).

En groupant les chiffres correspondant à des prises voisines, on peut se rendre compte que l'on a affaire à des zones plus ou moins acides, présentant elles-mêmes des variations :

TABLEAU III.

Sol C. — *Moyenne des échantillons pris :*

A 4cm de profondeur	pH = 6,7
A 18cm de profondeur	6,1

L'ensemble de ces résultats présente un certain intérêt en ce qui concerne l'activité et la répartition des microorganismes du sol, dont certains,

comme ceux qui participent au métabolisme de l'azote, sont étroitement influencés par la réaction du milieu. L'acidité mesurée comme on le fait d'habitude sur de « gros » échantillons ne représente qu'un chiffre moyen, et l'on a là, entre autres choses, une explication du fait que certains terrains, à acidité moyenne très nette, puissent présenter des phénomènes de nitrification encore sensibles, alors que les bacilles nitreux et nitriques ne semblent pas pouvoir fonctionner au-dessous d'une légère acidité.

ZOOLOGIE. — *Absence de strobilisation et persistance du bourgeonnement pendant l'hiver chez des Scyphistomes alimentés artificiellement.* Note de M. **Tchéou Tai Chuin**, présentée par M. Joubin.

On sait que le cycle annuel que parcourt le Scyphistome comprend quatre périodes : 1° en été une période de bourgeonnement, qui cesse à l'entrée de l'automne; 2° une période de repos, prélude de la strobilisation; 3° une période de strobilisation qui s'accomplit normalement dans les mois de novembre et décembre; 4° une période de repos, prélude de la période de bourgeonnement qui, au printemps suivant, recommencera un cycle annuel.

Mais cette régularité de développement peut être modifiée par l'absence de strobilisation et par la persistance du bourgeonnement pendant tout l'hiver. Les conditions spéciales qui provoquent ces phénomènes sont, dans l'élevage, la différence de température et l'emploi prématuré des réserves accumulées, en vue de la strobilisation.

J'ai récolté, dans les bacs du laboratoire de Roscoff, en septembre 1927, des Scyphistomes de *Chrysaora isoceles* de tous âges et je les ai rapportés à Montpellier dans l'eau de la Manche. La plupart de ces Scyphistomes sont de vieilles souches, de grande taille, mais tous étaient en train de bourgeonner. Je les ai nourris régulièrement, soit avec des œufs d'Oursin, soit avec du foie de veau. A partir du 10 octobre, j'ai constaté que les stolons destinés à former les bourgeons se sont, surtout chez les individus de grande taille, de plus en plus réduits et ont repris l'aspect de pseudopodes à l'état stationnaire. C'est ce qui indique d'ordinaire le début de la période de repos précédant la strobilisation.

Au commencement de novembre, les individus de grande taille s'allongèrent et il semblait que la strobilisation commençait, mais le corps dans toute sa longueur resta toujours cylindrique et lisse, jamais il ne s'étrangla

comme cela se produit normalement, et les tentacules, au lieu d'être modifiés dans leurs dispositions relatives, conservèrent toujours l'apparence d'un cercle uniforme. De plus ces Scyphistomes ne refusèrent jamais de manger comme ils le font à l'état naturel à cette période.

Ces faits montrent que la tension de strobilisation se manifeste, mais n'est pas suffisante pour conduire le phénomène jusqu'à son achèvement.

En même temps les individus de taille moyenne persistent à bourgeonner, mais les stolons sont moins longs qu'à l'ordinaire et les bourgeons polypoïdes apparaissent non pas dans la région moyenne de l'étendue du stolon mais à son extrémité terminale.

Les tentacules du bourgeon apparaissent avant que le stolon se soit fixé au sol.

La longueur du stolon peut même être réduite à tel point qu'on peut le considérer comme inexistant, le bourgeon polypoïde se forme alors au contact de la paroi de la mère et l'ensemble prend l'apparence d'un monstre double monosomien hétéradelphe, comme cela s'observe fréquemment pendant la période qui précède la strobilisation.

Parfois le bourgeon stolonial donne naissance à deux bourgeons polypoïdes, qui une fois détachés de la mère forment un monstre double monosomien adelphe.

Ce dernier type se produisit en plus grand nombre dans la période estivale de mon élevage.

Mais j'observai à la fin de janvier 1928, parmi les cent vingt-cinq Scyphistomes de grande taille qui s'étaient allongés auparavant sans s'étrangler, qu'un d'eux commença à strobiliser d'une façon tout à fait normale. C'est un cas exceptionnel.

L'examen histologique comparatif de Scyphistomes strobilisant normalement et des Scyphistomes de mon élevage montre que ces derniers présentent un moins grand nombre de cellules de réserve. Il apparaît donc que l'arrêt de la strobilisation tient à l'absence ou à l'insuffisance du matériel de réserve nécessaire pour permettre au Scyphistome de se transformer en rouleau médusaire, transformation qui correspond à un rapide accroissement de la taille du Scyphistome formateur et nécessite par suite la présence d'un matériel nutritif abondant.

Il me reste à signaler que, d'autre part, la température était favorable au bourgeonnement parce qu'elle a été constamment dans mon laboratoire de 15 à 20°. J'ai observé d'ailleurs qu'au-dessous de cette température le bourgeonnement était sensiblement ralenti.

ENTOMOLOGIE. — *L'anhydrobiose réactivante dans le Cycle évolutif de la Pyrale du maïs.* Note de M. **E. Roubaud**, présentée par M. E. Bouvier.

La Pyrale du maïs (*Pyrausta nubilatis* Hübn) présente, suivant les régions, aussi bien en Amérique (habitat récent) qu'en Europe (habitat ancien), tantôt une, tantôt deux générations annuelles. Les influences qui gouvernent cette dualité évolutive n'ont pas été décelées nettement jusqu'ici, et la question s'est posée de savoir s'il ne s'agit pas de races géographiques distinctes du même insecte. Dans les deux cas, l'hiver est toujours passé à l'état de chenilles au cinquième stade, qui demeurent inactives pour ne reprendre leur évolution qu'au printemps.

Comme l'ont vu Babcock, Parker et Thompson, etc., la température n'est pas en jeu dans ce phénomène d'inertie pseudo-hivernale, qui survient bien avant l'hiver dans les régions où ne se manifeste qu'une seule génération annuelle du parasite. La chenille, hivernant dans les souches des plantes nourricières, ne peut reprendre son activité sous la seule influence de la chaleur. Les observations récentes (Babcock, Zwölfer) tendent à montrer que, maintenue en milieu sec, cette larve ne peut se nymphoser et prolonge indéfiniment son état de latence, tandis que l'humidité, jointe à la chaleur, provoque la reprise du développement.

Mes observations personnelles, qui confirment ces constatations, établissent d'autre part que leur interprétation doit dépasser les apparenees et qu'en réalité c'est l'anhydrobiose, facteur d'arrêt évolutif, qui représente le véritable facteur réactivant obligatoire, sans lequel la chenille ne peut triompher de sa torpeur.

Si l'on place à l'étuve, en milieu complètement sec, des chenilles hivernantes de *Pyrausta*, on constate que leur activité cesse complètement ; celle-ci reprend au contraire d'une façon marquée sous l'influence de la réhydratation : les chenilles attaquent alors vigoureusement les tiges, *sans absorber d'aliment*.

Mais si le temps d'anhydrobiose a été insuffisant, les chenilles en réhydratation repassent bientôt à l'état torpide, malgré la chaleur et l'humidité, ne se transforment pas et meurent ultérieurement. Au contraire, la nymphose et l'éclosion surviennent, d'autant plus rapides et générales que les chenilles ont été soumises, avant la réhydratation, à un dessèchement plus prolongé et plus sévère.

Expériences. — I. Lot de chenilles ayant subi l'anhydrobiose pendant un mois, dans une pièce non chauffée (température inférieure à 16° C.); 50 pour 100 reprennent leur évolution et se nymphosent en 20 à 30 jours, quand elles sont soumises à la chaleur humide (25°).

II. Lot de chenilles ayant subi les mêmes conditions d'anhydrobiose pendant deux mois et demi; la totalité se nymphosent en 9 à 15 jours, quand elles sont remises à la chaleur humide.

III. Lot de chenilles ayant subi l'anhydrobiose pendant deux mois dans une pièce modérément chauffée (16-20° C.); la *totalité* se nymphosent en 10-20 jours à la chaleur humide.

IV. Lot de chenilles ayant subi une *anhydrobiose sévère* à l'étuve à 25-28° C. pendant 22 jours; les deux tiers se nymphosent en 6-7 jours à la chaleur humide.

V. Lot de chenilles ayant subi les mêmes conditions d'anhydrobiose sévère pendant 31 jours; les trois quarts se nymphosent en 5 jours, la totalité dans les 8 jours, à la chaleur humide.

Le dessèchement exerce donc sur les chenilles de *Pyrausta* deux influences, en apparence inconciliables, à la fois de sédation et d'excitation de l'activité biologique : c'est la mise au repos forcé de la chenille, imposée par l'anhydrobiose, qui lui permet de récupérer lentement son énergie évolutive. Cette reprise énergétique ne se traduira que sous l'influence de la réhydratation, mais cette dernière, à elle seule, est impuissante à provoquer la reprise du développement.

Les effets réactivants de l'anhydrobiose sur la chenille de la Pyrale, qui se montrent ainsi conformes à ceux que j'ai mis en évidence chez les Muscides, peuvent être suppléés, dans le cycle hivernal du parasite, par ceux de leur équivalent physiologique, l'athermobiose prolongée. Des larves maintenues à basse température pendant plusieurs mois, sans avoir subi l'anhydrobiose, ont pu reprendre leur évolution. Mais dans le cycle d'été de la Pyrale, qui caractérise les régions les plus chaudes, à deux générations annuelles, c'est à l'anhydrobiose que revient le rôle réactivant indispensable : grâce au dessèchement estival supporté par les larves âgées dans les chaumes mûrs et déjà secs des plantes nourricières, en juillet-août, le cycle peut reprendre avec l'humidité en septembre et permettre ainsi l'avènement d'une deuxième génération.

La question du dualisme évolutif de l'insecte se ramène donc, pour nous, à l'intervention en temps opportun d'une période d'estivation, chaude et sèche, suivie d'une période chaude et humide assez prolongée.

L'intérêt de ces phénomènes dépasse le point de vue théorique. Il convient de leur accorder une attention toute particulière au point de vue pratique.

CYTOLOGIE. — *Structure des chondriosomes*. Note de M. **A. Giroud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

La morphologie des chondriosomes ne peut s'expliquer sans faire appel à une structure interne c'est-à-dire à un enchaînement régulier des molécules constitutives. Les formes sphériques (mitochondries) ne demandent pas d'interprétation complexe, mais les formes filamenteuses (chondriocontes) doivent trouver une explication dans des liaisons régulières intermoléculaires. Un cylindre régulier isotrope ne se développe que dans des cas très particuliers et n'a, de toute façon, aucune stabilité, tel est le cas des cylindres liquides, dont j'ai personnellement examiné certains exemples (¹).

L'action de forces extérieures régularisant l'orientation de particules chondriosomiales ne permet pas davantage l'interprétation des formes filamenteuses. Seuls les cas où le chondriome est bien orienté pourraient ainsi se comprendre, mais ce ne sont point là des faits généraux. L'analyse de l'ensemble des cas n'autorise pas à concevoir le chondrioconte comme une matérialisation de lignes de force.

Les chondriosomes ressemblent beaucoup au premier abord aux formes myéliniques, ils ne paraissent pas néanmoins posséder leur structure si particulière (²). L'absence de phénomènes de feuilletage au niveau des chondriosomes, qui est un des signes caractéristiques de la structure lamellaire des formes myéliniques, est tout spécialement significative. Au point de vue optique, leur caractère positif est également en opposition avec celui des formes myéliniques qui est négatif.

Il est vraisemblable que les formes chondriosomiales filamenteuses s'expliquent plutôt par une architecture moléculaire comparable à celle des gels fibrillaires, dont la structure semi-cristalline a été établie à la fois par l'étude de la biréfringence et de la diffraction des rayons X.

Voici quels sont les résultats de mes recherches sur la biréfringence des chondriosomes. Elles ont été effectuées sur le chondriome filamenteux des cellules intestinales de l'*Ascaris canis*. Sur les pièces fixées au formol salé, coupées à congélation et examinées en lumière polarisée dans l'eau, le chondriome apparaît légèrement jaune. Dans le baume il s'éteint, tandis qu'il devient blanc brillant dans la glycérine. Sur les pièces fixées au formol et

---

(¹) *Archives d'Anatomie microscopique*, 21, 1925, p. 210.

(²) *Loc. cit.*, p. 215.

montées par l'acétone, la brosse seule est éclairée, le chondriome reste à peu près inactif.

Sur les pièces fixées à l'alcool il est biréfringent comme le confirme l'emploi d'une lame teinte sensible. Dans ce dernier cas, les essais dans des liquides d'indices variés montrent qu'il ne s'agit pas de dépolarisation. Le minimum d'élasticité optique correspond à leur longueur; ils seraient donc uniaxes positifs.

De l'ensemble de ces faits il semble que l'on puisse conclure à une disposition régulière, selon leur axe, des molécules constitutives des chondriosomes.

PHYSIOLOGIE. — *Pouvoir rabicide* in vitro *du venin de Vipère aspic.* Note de Mme **Phisalix**, présentée par M. E. Bouvier.

Nous avons montré que le venin de Vipère aspic, associé au venin muqueux de certains Batraciens et inoculé à doses répétées, et telles que le lapin qui les reçoit, se montre vacciné contre l'action des venins employés, rend l'animal réfractaire au virus rabique fixe, introduit par la voie intracérébrale, qui est la plus sévère; en d'autres termes, les venins de Vipère et de Batraciens sont préventifs ou rabicides *in vivo* (¹). M. A. Calmette avait auparavant fait la même constatation avec le venin de Cobra : les lapins, fortement vaccinés contre ce venin résistaient au virus rabique des rues introduit dans la chambre antérieure de l'œil (²).

Dans les deux cas, le sang des animaux vaccinés contre les venins et qui était ainsi devenu antivenimeux (³), était, par surcroît, devenu antirabique.

Cette action antirabique *in vivo* se produirait-elle *in vitro?* En d'autres termes, le virus, mis au contact du venin, serait-il tué par celui-ci, et perdrait-il de ce fait le pouvoir de rabiser le lapin? La réponse exige vérification, car l'action vaccinante résulte d'une réaction de l'organisme, qui met toujours un certain temps à se produire; elle est d'ordre physiologique, tandis que la neutralisation par contact immédiat du venin et du virus est plus rapide, étant d'ordre chimique ou physico-chimique.

Le mode d'essai de neutralisation du virus, qui s'effectue par dépôt direct du mélange venin-virus dans les centres nerveux du lapin vivant, nous

(¹) *Comptes rendus*, **158**, 1914, p. 111.
(²) *Ann. Inst. Pasteur*, **9**, 1895, p. 225.
(³) *Comptes rendus*, **118**, 1894, p. 356.

oblige à éliminer d'abord les composants toxiques du venin, en chauffant celui-ci à la température de 75° pendant 15 minutes, car, d'après nos recherches antérieures, le mélange venin-virus se montre rapidement toxique et mortel en moins de 36 heures, à la faible dose de venin qui reste fixée sur le virus, même quand on a eu la précaution de débarrasser le mélange de l'excès du venin par centrifugation et de laver le culot de centrifugation de ce mélange à l'eau salée physiologique. Après le chauffage, le venin de Vipère ne contient plus, d'après les expériences de Phisalix et de Bertrand, que les substances antivenimeuses et vaccinantes qui constituent échidno-vaccin [1].

L'expérience suivante montre de plus que le venin chauffé à la température où il garde son pouvoir antivenimeux, manifeste aussi des propriétés rabicides :

Expérience. — 20^{cm^3} d'une solution à 1 pour 1000 de venin de vipère, chauffé à 75° pendant 15 minutes sont mélangés à 20^{cm^3} d'une émulsion centésimale de virus rabique fixe (le virus de l'Institut Pasteur de Paris). Ce mélange est filtré sur batiste et sur papier, et maintenu au frais pendant une vingtaine d'heures. Il est ensuite centrifugé et ramené par décantation partielle à 2^{cm^3}, volume correspondant à l'émulsion décimale de virus. Cette émulsion est inoculée, après trépanation, et à la dose de $0^{cm^3},5$, dans l'encéphale de deux lapins, mâle et femelle, dont le poids dépasse 3800^g. Ces lapins résistent tous deux. D'après ce résultat, ou bien le mélange *venin chauffé-virus* s'est montré neutre pour le lapin, ou bien ces lapins ont tous deux l'immunité naturelle vis-à-vis du virus fixe; ce n'est toutefois pas le cas : éprouvés en effet 35 jours après la première trépanation, avec le virus fixe seul, introduit par la même voie intra-cérébrale, ils sont tous deux morts rabiques au quinzième jour, après avoir présenté un léger retard à l'incubation. C'est donc à la première interprétation qu'il convient de s'arrêter : *le venin de vipère auquel on fait perdre ses composants toxiques, par le chauffage à 75° pendant 15 minutes, se montre non seulement antivenimeux, mais encore rabicide* in vitro.

En répétant l'expérience précédente avec une solution de venin portée pendant 10 minutes à la température de 100°, et ayant ainsi perdu, comme nous l'avons vérifié sur des souris, tout pouvoir antivenimeux, aussi bien *in vivo* que *in vitro*, nous avons obtenu le résultat suivant : des deux lapins ayant reçu, dans l'encéphale, le mélange venin-virus, le dernier ne présente

---

[1] *Comptes rendus*, 118, 1894, p. 288.

rien d'anormal jusqu'au 28ᵉ jour, où se produit une perte d'équilibre ; il est couché le lendemain, et meurt de paralysie rabique au 33ᵉ jour, avec un retard manifeste sur les témoins.

Le premier lapin n'ayant rien présenté d'anormal, est éprouvé au 43ᵉ jour par inoculation sous-méningée de $0^{cm^3},5$ d'une émulsion décimale de virus fixe ; les premiers symptômes rabiques apparaissent le 10ᵉ jour ; il meurt le 15ᵉ jour, ce qui montre que sa résistance n'était pas due à l'immunité naturelle qu'il aurait pu présenter, mais bien à ce que le virus était neutralisé.

De l'ensemble de ces faits, il résulte que :

1° Le venin de Vipère, chauffé à la température qui détruit sa toxicité, tout en réservant son pouvoir antivenimeux, se montre en outre rabicide *in vitro*. (L'auteur avait précédemment établi son action rabicide *in vivo*.)

2° Le chauffage du venin, à la température qui détruit sûrement son pouvoir antivenimeux, soit 100° pendant 10 minutes, laisse subsister son pouvoir rabicide, ce qui montre l'indépendance de ces deux pouvoirs et, par suite, celle des substances auxquelles ils sont dus.

PHYSIOLOGIE. — *Mesure de l'excitabilité des nerfs vaso-constricteurs chez l'homme.* Note de MM. **A.** et **B. Chauchard** et **J. Hurynowicz**, présentée par M. L. Mangin.

C'est un fait bien connu que les artères se contractent sous l'influence d'un choc ; il s'agit là d'une excitation mécanique directe sur les muscles de la paroi artérielle. Le courant électrique provoque le même effet, mais il y a lieu de se demander, dans ce cas, si l'excitabilité musculaire a été mise en jeu directement par l'action du courant ou indirectement par l'intermédiaire des plexus nerveux artériels. Il est possible de résoudre ce problème depuis que Lapicque, étudiant cette catégorie d'appareils qu'il a appelés itératifs parce qu'ils ne répondent pas à l'excitation unique, mais seulement à des excitations réitérées, a établi un dispositif au moyen duquel on différencie d'une part, l'excitabilité du nerf qui est caractérisée par la chronaxie et, d'autre part, l'excitabilité de l'organe que caractérisent les lois de sommation. C'est ainsi qu'il a analysé avec Boigey et Mˡˡᵉ Kœnigs le fonctionnement de l'appareil vaso-constricteur de la Grenouille, recherches étendues plus tard au Chien par A. et B. Chauchard. Lapicque avait émis la théorie que la nécessité de répéter les excitations pour obtenir une

réponse est due à un hétérochronisme entre le nerf et l'organe innervé. Or avec Mme Lapicque, il a vérifié expérimentalement qu'il en est bien ainsi pour le système vaso-constricteur de la Grenouille, dont les filets nerveux présentent une chronaxie de 2 millièmes de seconde, alors que celle des muscles lisses vasculaires est de l'ordre de la seconde. Si donc une seule excitation portée à travers la peau au niveau d'une artère reste sans effet quelles que soient son intensité et sa durée, alors que des séries d'excitations produisent une contraction du vaisseau, c'est que ces dernières agissent sur les nerfs; dans ce cas la chronaxie est courte. La réponse à l'excitation unique indique au contraire qu'on excite directement le muscle et la chronaxie est longue.

Chez l'homme il y a deux manières de déterminer le seuil de vaso-constriction : l'observation du pâlissement sous l'influence de la diminution de volume des vaisseaux, la pléthysmographie. Nous avons adopté ce procédé qui donne des résultats plus sûrs et plus précis. Un vaisseau se prête tout particulièrement à l'exploration électrique; c'est l'artère radiale dans sa traversée de la tabatière anatomique avant l'émergence de la dorsale du pouce. A ce niveau elle est assez superficielle pour que ses battements soient nettement perçus et, dans cette région limitée exclusivement par des tendons (long abducteur et court extenseur du pouce du côté externe, long extenseur du côté interne), il n'existe pas de muscles dont la contraction soit susceptible de troubler l'observation du phénomène.

Le pouce est introduit entre les deux valves d'un pléthysmographe dont les sachets en communication avec un manomètre à eau sont garnis d'eau chaude colorée. L'équilibre du liquide obtenu, on voit très nettement les oscillations rythmiques liées aux variations normales de la pression dans les vaisseaux du pouce dont l'amplitude varie avec les individus. Pour les mesures, nous utilisons la méthode des condensateurs; un cylindre à cames intercalé dans le circuit permet de rythmer les excitations.

La cathode est une électrode impolarisable d'Arsonval-Lapicque que l'on applique sur la peau sans brusquerie de manière à éliminer l'excitation mécanique de l'artère, l'anode étant une plaque d'argent entourée d'une compresse imbibée d'eau salée que l'on applique sur l'avant-bras. L'expérience est faite en chambre chaude pour éviter la vaso-constriction par abaissement de la température ambiante. Le sujet doit s'abstenir de mouvements, d'inspirations profondes, capables de faire subir au niveau du liquide du manomètre des variations étrangères à l'excitation des vaso-moteurs. Dans ces conditions, une série d'excitations fortes donne un abaissement notable dans le manomètre. Le phénomène bien établi on prend comme seuil l'intensité nécessaire pour provoquer dans le tube manométrique un abaissement de 4 à 5mm au-dessous des oscillations normales.

Nous avons noté quelques différences individuelles dans la rapidité de

l'abaissement du liquide et de sa remontée au niveau normal, cette dernière étant parfois précédée d'un temps d'arrêt. L'excitation unique ne provoque aucune réponse pour le voltage dont nous disposons.

Quinze sujets normaux ont donné des chiffres concordants; voici les résultats de quelques-unes de nos expériences.

1° *Mesures de chronaxie* (5 secondes d'excitation à 12 par seconde) :

Sujets.	G.	H.	N.	P.	C.
Rhéobase en volts..............	36	51	32	35	38
Capacité C_{ρ} en 10^{-6} farad........	0,27	0,32	0,35	0,30	0,25

2° Chez quelques sujets nous avons déterminé la *loi des voltages en fonction des intervalles entre les excitations* (5 secondes d'excitation; capacité chronaxique) :

Intervalles en seconde..........	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$
Sujets : H Voltage..................	83	92	98	106
» C »	72	85	93	98
» N »	64	82	94	105

Le calcul de la chronaxie suivant la formule $\tau = R.\ C_{\rho}.\ 0{,}37$ (R étant de 10000 à 12000 ohms) donne une valeur d'environ 1 millième de seconde. Le temps de sommation (temps maximum pendant lequel les excitations s'additionnent efficacement est d'environ 3 secondes). La courbe des voltages liminaires, en fonction des intervalles entre les excitations, est beaucoup plus redressée que celle que l'on obtient pour les fibres vaso-constrictrices du grand splanchnique chez le chien. Il est vrai que, dans ce cas, les animaux avaient subi l'action plus ou moins prolongée d'un anesthésique, fait qui n'est peut-être pas négligeable et qu'il y aura lieu d'examiner systématiquement. L'excitation unique durant quelques secondes sous 110 volts a toujours été inefficace; ceci indique bien qu'il ne s'agit pas d'une excitation directe des muscles de la paroi artérielle, mais d'une excitation par l'intermédiaire des plexus nerveux contenus dans la gaine vasculaire, excitation d'ailleurs transmise, autant que nous pouvons en juger, aux artérioles périphériques.

Cette méthode d'investigation que nous sommes les premiers à avoir appliquée à l'étude des nerfs vaso-constricteurs chez l'homme à travers la peau nous paraît appelée à devenir le procédé de choix pour l'examen clinique des malades atteints de troubles du système vaso-moteur.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Recherches morphologiques et expérimentales sur les sclérotes des Myxomycètes calcarées.* Note de M. **Marcel Brandza**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Les travaux sur les sclérotes des Myxomycètes sont très peu nombreux. En dehors des belles recherches de De Bary, A. Lister et de M. C. Jorgensen qui se rapportent à trois ou quatre espèces en tout, nous ne possédons aucun mémoire d'ensemble sur cette question.

Ayant récolté dans les forêts de la Moldavie une trentaine de sclérotes appartenant aux Myxomycètes calcarées, ainsi que leurs plasmodiums, il nous a été possible de faire une étude morphologique et expérimentale sur tous ces sclérotes. Voici nos principales conclusions :

La sclérotisation des plasmodiums représente un état de vie latente qui semble commun à la plupart des Myxomycètes calcarées. Dans sa forme la plus simple, cet état se manifeste par un clivage de la masse plasmodique en une multitude de parties, plus ou moins sphériques et plus ou moins égales, qui englobent, tels qu'ils sont, les éléments constitutifs du plasmodium.

Pour plus de simplicité nous avons donné le nom de *sphérules* aux parties dont le sclérote est composé. On entendra par *sphérulation* ou *sclérotisation* le processus de division de la masse du plasmodium en sphérules.

Suivant le degré de développement du plasmodium, la sclérotisation peut être totale ou partielle.

Dans les plasmodiums très jeunes la sclérotisation est totale et dans ce cas les sphérules retiennent les granules calcaires (*Badhamia capsulifera, Phys. citrinellum, Phys. carneum, Phys. pulcherrimum*, etc.).

Seuls les plasmodiums plus avancés dans leur développement sont susceptibles de sclérotisation partielle qui pourra se produire avant ou après l'apparition du péridium.

Dans le premier cas, le calcaire se concentre à la surface du sclérote pour constituer une couche protectrice formée de granules ou de paillettes cristallines (*Fuligo septica, Badhamia macrocarpa, Didymium complanatum, Cienkowskia reticulata*, etc.).

Dans le deuxième cas, après la formation du péridium qui absorbe la plupart du calcaire, *le contenu du sporange se sclérotise en sphérules d'autant plus petites que le moment de la sclérotisation sera plus tardif*. Ce moment

peut se trouver avant l'apparition du capillitium ou coïncider avec son apparition.

Si la sclérotisation partielle précède la genèse du capillitium, le contenu du sporange nous montrera une seule catégorie de sphérules, assez régulières et presque égales entre elles (*Didymium difforme, Diderma testaceum,* etc.). *On trouvera à l'intérieur du sporange des sphérules de deux sortes, toutes les fois que la sclérotisation et l'apparition du capillitium coïncideront.* De ces sphérules, les unes seront régulières et représenteront la masse sporifère; les autres, très irrégulières, proviendront du capillitium sclérotisé (*Leocarpus fragilis, Phys. psittacinum*).

Les conditions les plus essentielles à la sclérotisation d'un plasmodium sont d'un côté une perte d'eau lente et toujours plus considérable que le minimum d'eau nécessaire au développement normal, et de l'autre côté une atmosphère aussi calme que possible.

La présence ou l'absence de nourriture ne semble jouer aucun rôle important dans ce phénomène. Les températures plus élevées n'ont qu'une influence indirecte, en tant qu'elles peuvent accélérer l'évaporation au delà de l'optimum nécessaire au développement normal. *L'action directe des rayons du soleil conduit à la kératisation du plasmodium sans trace de sphérulation et sans possibilité de retour à la vie active.* Quant à l'action des basses températures sur la formation des sclérotes, il reste à ce sujet toute une étude à faire, dont l'intérêt serait considérable surtout pour la biologie des Myxomycètes nivales.

Les variations de l'état atmosphérique, l'alternance de sécheresse et d'humidité prolongent la durée de la sclérotisation et exercent une influence incontestable sur la régularité et l'égalité des sphérules. Exactement comme les spores d'un sporange, les sphérules d'un sclérote seront d'autant plus irrégulières et inégales que ces variations auraient été plus marquées (*Didymium complanatum, Leocarpus fragilis, Phys. carneum,* etc.).

Même après de longues années, un sclérote peut reconstituer le plasmodium, dont le développement ultérieur peut aller jusqu'à la sporulation finale (*Fuligo septica, Phys. pulcherrimum*). Si la sclérotisation est partielle et tardive, les sphérules par leur dissociation peuvent encore reconstituer le contenu du sporange, mais nous n'avons pas la preuve que ce contenu produira les spores et le capillitium (*Didymium difforme, Leocarpus fragilis, Diderma testaceum*).

En résumé :

Exactement comme les spores d'un sporange, les sphérules d'un sclérote ont

une couleur déterminée, des dimensions variant entre certaines limites et parfois une membrane en tout comparable à l'épispore.

Le processus de la sclérotisation d'un plasmodium est du même ordre que celui de la sporulation d'un sporange. Entre ces deux phénomènes, dont l'un précoce et temporaire (sphérulation), l'autre tardif et définitif (sporulation), l'analogie est évidente. Dans les deux cas, la même propriété fondamentale est mise en jeu pour réagir contre les pertes d'eau : la division du corps en masses plus ou moins sphériques et plus ou moins égales (sphérules ou spores).

BIOLOGIE. — *Action à distance du* Bacterium tumefaciens *sur le développement de l'œuf d'Oursin.* Note de M. **J. Magrou** et Mme **M. Magrou**, présentée par M. F. Mesnil.

Nous avons montré [1] que le *Bacterium tumefaciens* semble agir à distance sur les cellules aptes à se diviser d'une racine d'oignon en y provoquant un excès de mitoses. Cette action à distance n'étant pas entravée, comme nous l'avons montré d'autre part [2], par l'interposition d'une lame de quartz entre la racine et les bactéries, nous l'avions attribuée à un rayonnement émis par ces dernières.

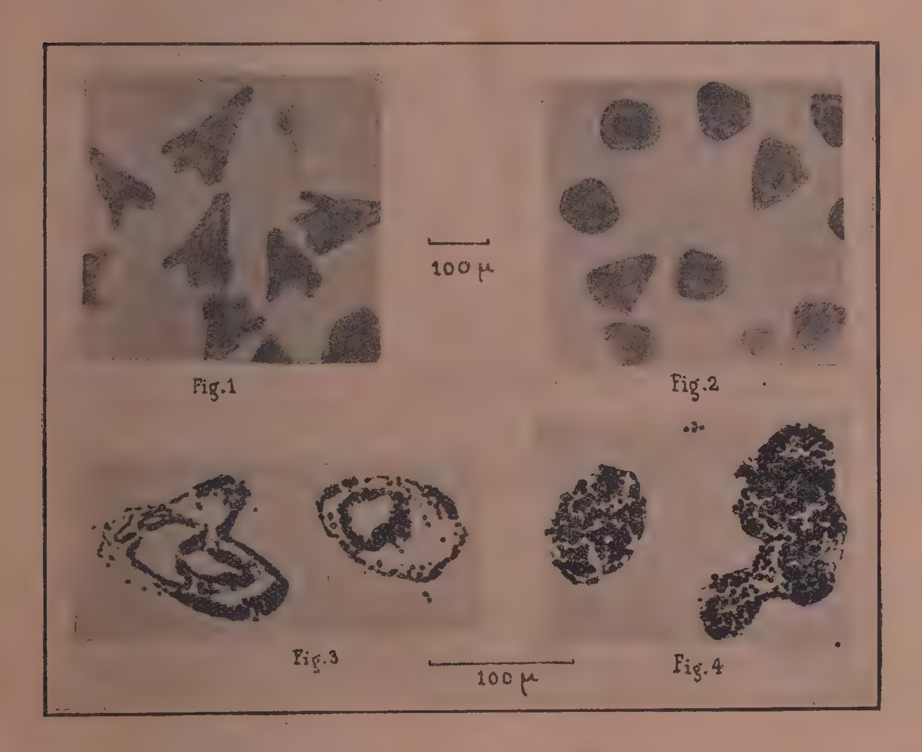
Nous nous sommes proposé d'étudier l'action de ce rayonnement hypothétique sur le développement de l'œuf d'Oursin.

Des œufs de *Paracentrotus lividus* sont placés, immédiatement après la fécondation, dans une cuve formée d'un anneau de verre de 4^{cm} de diamètre, collé à la paraffine sur une lame de quartz de $0^{mm},3$ à $0^{mm},5$ d'épaisseur et recouvert d'une lame de verre. Ce récipient est posé ou scellé à la paraffine sur une autre cuve de même dimension renfermant une suspension de *B. tumefaciens* en bouillon nutritif. Dans les expériences témoins, la lame de quartz est remplacée par une lame de verre, ou la suspension bactérienne par de l'eau de mer, toutes les autres conditions restant les mêmes.

Au bout de deux ou trois jours, suivant la saison, les œufs témoins ont donné des pluteus d'apparence normale (*fig.* 1). Dans le même temps, plusieurs des lots exposés, à travers quartz, au *B. tumefaciens*, ont donné des larves de forme très aberrante (*fig.* 2) : formes pyramidales dépourvues de bras, formes arrondies, en bissac ou ramifiées. Dans d'autres cas, la différence de forme était moins sensible entre les lots témoins et exposés,

(1) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 905.
(2) *Bull. Histol. appl.*, 4, 1927, p. 253.

mais en général, les larves irradiées paraissaient plus opaques que les témoins. Dans certains lots, par suite, sans doute, de l'état défectueux des œufs, le développement s'est arrêté au stade *gastrula*, mais ici encore, tandis que les *gastrula* témoins étaient de forme et de transparence normale, les larves irradiées étaient opaques et souvent de forme monstrueuse.



L'examen histologique montre que ces différences d'aspect sont liées à une différence de structure.

Chez les larves témoins, les cellules mésenchymateuses sont clairsemées (*fig.* 3). Chez les larves « irradiées », elles sont beaucoup plus nombreuses et comblent souvent complètement la cavité générale (*fig.* 4). Dans 9 lots irradiés sur 14, cette différence était évidente; elle était moins nette dans les autres lots. Afin de voir si elle se retrouvait constamment, nous avons compté, dans chaque lot, les cellules mésenchymateuses de 50 coupes *prises au hasard* et nous avons calculé la moyenne. Le tableau suivant donne les moyennes ainsi obtenues. Chaque série correspond à des œufs provenant de la même femelle et fécondés avec le même sperme :

Séries.	Lots témoins.		Lots exposés.		Excès %.
1	I	22,8	IV	25,6	17
	II	20,2	V	26,7	21
	III	23,3	VI	35,1	59
	soit, en moyenne,		VII	36,2	64
		22,1	VIII	62,2	181
2 (1)	IX	37,2	X	36,4	−2
			XI	54,5	46
3	XII	23,7	XIV	33,5	36
	XIII	25,5	XV	28,9	17,5
	soit, en moyenne,		XVI	30,7	25
		24,6	XVII	36,5	48
4	XVIII	27,5	XIX	36,7	33
			XX	35,5	29
			XXI	35,7	30

On voit, par l'examen de ce tableau, que si des irrégularités subsistent, dont nous devrons chercher la cause (cas aberrant du lot IX, différences entre des lots exposés de même), néanmoins, les résultats sont, dans l'ensemble, de même sens. Aussi la probabilité d'une action exercée par les bactéries nous paraît-elle assez élevée pour qu'il soit légitime de faire déjà connaître ces expériences préliminaires. Les faits observés suggèrent que le *Bact. tumefaciens* peut provoquer à distance, chez les larves d'Oursin, une prolifération exagérée du mésenchyme. Cette action à distance, non arrêtée par le quartz mais arrêtée par le verre, est, nous semble-t-il, à rapprocher de l'action mitogénétique exercée par la même bactérie sur certains groupes de cellules de la racine d'Oignon.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur une modification spontanée de la viscosité du sérum sanguin.* Note de M. **Lecomte du Noüy**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente, nous avons signalé les phénomènes observés lorsqu'on enregistre d'une façon continue les variations de la viscosité du sérum en fonction de la température. Ces expériences, qui ont mis en évidence l'existence d'un minimum de viscosité à une température très voisine

(1) Dans la série 2, les cuves contenant les œufs étaient plus petites (diamètre $1^{cm},5$) et la hauteur d'air entre la surface liquide et le couvercle de verre moindre que dans les autres séries.

de 56°, n'ont pu être réalisées que grâce à un appareil succinctement décrit dans cette Note, et qui permet l'observation continue des variations. La présente Note a pour but de rendre compte des phénomènes observés quand on opère sur un sérum frais (cheval) immédiatement après sa séparation du caillot, à température constante.

Quand le sérum de cheval est recueilli aussitôt formé, sa viscosité est généralement haute, mais elle augmente encore pendant quelques minutes, et atteint une valeur de l'ordre de 3 (exprimée en valeur relative par rapport à l'eau). Elle diminue ensuite rapidement, d'abord presque proportionnellement au temps puis suivant une courbe régulière d'allure logarithmique, qui tend asymptotiquement vers une valeur minima de l'ordre de 1,80 (sérum de cheval normal). La durée totale du phénomène est variable, mais elle est d'autant plus courte que le sérum a été plus manipulé. Ce fait sera expliqué plus loin. Le tableau ci-dessous permet de mieux suivre la marche du phénomène. La viscosité est exprimée en valeur relative.

Chute spontanée de la viscosité du sérum frais.

Sérum N III : Cheval normal.

Temps.	η.	Temps.	η.
0 minute	2,610	26 minutes	1,880
5 minutes	2,700	30 »	1,850
14 »	2,470	35 »	1,825
15 »	2,400	40 »	1,815
16 »	2,350	60 »	1,805
.. ..	.....	70 »	1,805
22 »	2,010	2 heures	1,806

Cette dernière valeur une fois atteinte varie peu, et n'augmente que très légèrement dans les 24 heures qui suivent, quand le sérum est conservé à la glacière.

On sait depuis longtemps que les propriétés physiques et chimiques d'un sérum varient lentement avec le temps, mais ces variations correspondent à des phénomènes différents de celui que nous venons de décrire, puisqu'ils tendent en général à augmenter la viscosité.

Cette augmentation lente en fonction du temps peut être due à l'hydratation des protéines du sérum, et à leur tendance à se former en micelles de plus en plus grosses. D'autre part nous savons depuis les travaux d'Einstein, entre autres, qu'entre certaines limites la viscosité d'une solution ne dépend pas de la dimension des particules dissoutes, mais du rapport

entre leur volume et le volume du solvant. On comprend donc qu'une hydratation, en diminuant le volume du solvant par rapport à celui de la substance dissoute, détermine une augmentation de viscosité. Mais nous ne pouvons admettre pour expliquer la diminution de viscosité décrite ci-dessus, une rapide déshydratation des protéines.

Quelle est donc la cause du phénomène? Il semble qu'on puisse l'expliquer de la façon suivante : dans le sérum très fraîchement préparé, les molécules en solution ont une tendance à adhérer les unes aux autres, de façon à déterminer une sorte de structure réticulaire très fragile, à l'intérieur du liquide. Or ces molécules évoluent chimiquement en fonction du temps, nous le savons, et la première manifestation de cette évolution est précisément de détruire cette tendance à s'organiser réticulairement au sein du liquide, qui survit quelque temps à l'élimination de la fibrine. L'augmentation rapide mais éphémère du début serait simplement due au fait que le sérum après avoir été transvasé au moyen d'une pipette, ce qui a pour effet de détruire les structures, les reconstitue pendant quelques instants dans le viscosimètre jusqu'au moment où l'évolution chimique et sa manifestation physique commencent.

Un fait important existe à l'appui de cette thèse : l'appareil est basé sur le principe des deux cylindres coaxiaux; le cylindre intérieur est suspendu par un fil de galvanomètre très fin, et porte un miroir. Le cylindre extérieur est entraîné d'un mouvement rigoureusement uniforme, par un moteur électrique à vitesse constante. Quand on arrête le moteur, le « spot » revient au zéro mais semble freiné à une certaine distance du zéro qui va en diminuant au fur et à mesure que l'expérience avance; et à la fin de l'expérience, quand la valeur stable est atteinte, le zéro est parfait. Tout se passe comme si, lorsque le couple de torsion du fil de suspension est très faible, par suite de sa proximité du zéro, un réseau extrêmement ténu avait au début une force suffisante pour le contre-balancer. Puis le nombre de ces structures diminue, elles correspondent chaque fois à un couple moindre du fil de torsion, et enfin elles disparaissent : le cylindre suspendu n'est plus freiné, le zéro est parfait, et l'on ne mesure plus que la viscosité vraie.

Ces structures sont invisibles même à l'ultra-microscope. Un phénomène du même genre se produit probablement dans les liquides intra-cellulaires, où l'ultra-microscope révèle l'existence de particules animées d'un mouvement brownien très localisé, sans qu'aucune structure apparente permette de comprendre pourquoi ces particules ne présentent pas la « parfaite irrégularité » caractéristique du mouvement brownien. C'est

qu'elles sont enfermées dans une sorte de cage, dont les barreaux échappent à notre perception en raison de l'identité de leur indice de réfraction avec celui du liquide, ou à cause de leurs dimensions. Il est probable que le protoplasme renferme normalement des structures semblables, et c'est ce qui expliquerait les contradictions rencontrées chez les auteurs qui ont tenté de mesurer sa viscosité.

PARASITOLOGIE. — *Infections parasitaires aiguës.*
Note de M. **H. Carré**, présentée par M. E. Leclainche.

A quelques rares exceptions près, les affections sous la dépendance immédiate de parasites zoologiques n'évoluent que sous une forme chronique.

Aussi m'a-t-il semblé intéressant d'attirer l'attention sur des formes cliniques particulières rencontrées chez les jeunes agneaux.

I. Coccidiose aiguë. — Jusqu'alors, la coccidiose du mouton est décrite comme une anémie à marche lente, souvent confondue avec les autres affections parasitaires, uniquement constatée sur les agneaux de quelques mois, après le sevrage. L'autopsie ne révèle que les lésions banales des cachexies : les séreuses renferment des exsudats plus ou moins abondants. L'intestin grêle, seul lésé, paraît parsemé de petites taches blanchâtres, très visibles par transparence, constituées par des amas parasitaires. La coexistence d'autres parasites zoologiques est généralement enregistrée (Strongylinés).

La forme de coccidiose rencontrée par nous à plusieurs reprises est totalement différente par l'âge des sujets, par la rapidité de l'évolution, par les symptômes et les lésions et enfin par la présence exclusive des coccidies et leur abondance.

Symptômes. — Ce sont en effet les agneaux de un à deux mois qui sont trouvés morts, avant d'avoir paru malades, dit le berger. En réalité, un examen patient et suivi du troupeau permet de constater que certains sujets marchent difficilement, tombent sans pouvoir se relever. La simple palpation de l'abdomen provoque des gémissements plaintifs. Il n'y a pas de diarrhée.

On enregistre 70-80 mouvements respiratoires : la respiration est discordante et les battements cardiaques tumultueux. L'animal reste étendu quelques heures en s'agitant de temps en temps, un peu de salive mousseuse apparaît aux lèvres et la mort survient.

Lésions. — Dépouillé de sa peau, le cadavre paraît normal : aucune lésion bien frappante, pas trace d'épanchements dans les séreuses, ni de lésions pulmonaires ou cardiaques.

L'intestin grêle seul, sur une étendue plus ou moins grande, se montre pâle, légèrement jaunâtre : les arborisations vasculaires tranchent nettement à sa surface. Saisi entre les doigts, il paraît rempli; il est ferme et rigide : une coupe transversale fait voir que ses parois ont beaucoup augmenté d'épaisseur au point d'obstruer presque totalement le canal.

Le contenu de l'intestin grêle est constitué par une matière blanchâtre, puriforme, composé uniquement d'ookystes coccidiens et de cellules épithéliales. L'urine est nettement albumineuse.

C'est en vain que j'ai recherché les taches blanchâtres signalées dans la forme chronique. Toute la paroi intestinale est lésée : on constate une infiltration leucocytaire intense du chorion, l'invasion des cellules épithéliales par les parasites et la desquamation de la muqueuse.

La mort, survenant aussi brutalement, pouvait être le fait d'une infection microbienne : le sang du cœur reste stérile, son inoculation à de jeunes agneaux ne provoque aucune réaction locale, ni générale.

La coccidie seule représente bien l'agent pathogène. Les lésions rénales, que la présence de l'albumine trahit, les symptômes si accusés présentés par les appareils pulmonaire et cardiaque, doivent faire admettre une action toxique, sous la dépendance directe de la coccidie, ou due à la résorption de produits toxiques intestinaux que favorise l'altération profonde de la muqueuse.

II. Paraplégie enzootique des agneaux. — Cette affection constitue un véritable fléau et les troupeaux les mieux entretenus en apparence lui paient un lourd tribut.

Ses symptômes sont suffisamment caractérisés : les agneaux de quelques jours ou quelques semaines sont seuls atteints. La marche est pénible; sans raison, ou poussé légèrement, l'animal tombe et ne peut se relever. La mort ne survient qu'après plusieurs jours.

L'autopsie ne révèle, en général, aucune lésion marquante; cependant les reins sont parfois totalement décolorés, jaune grisâtre : l'urine renferme toujours de l'albumine.

Depuis longtemps déjà, cette absence de lésions marquées, la stérilité du sang récolté au moment d'une élévation thermique prononcée, le résultat négatif des inoculations à de jeunes sujets nés et isolés au laboratoire, la

présence de l'albumine dans l'urine nous avait incité à soupçonner une intoxication. L'étude de la coccidiose aiguë des jeunes agneaux nous ouvrait une voie nouvelle d'investigation.

L'examen du contenu intestinal de tous nos malades nous réservait une surprise : la présence d'une quantité extrême de Giardies.

L'intestin grêle renferme un liquide nettement jaune, visqueux ou puriforme qui, en certains endroits, se montre uniquement constitué par une purée de Giardies, très facilement reconnaissables sous leurs formes mobile ou enkystée.

L'emploi de la solutiou de Lugol, si recommandé par les coprologistes, est totalement inutile et même gênant. Les fragments alimentaires sont déjà colorés en jaune, les Giardies apparaissent très nettement, non teintées. On sait que ces organismes, simples commensaux parfois, peuvent donner naissance, chez l'homme, à une entérite particulière. Il est remarquable que nos agneaux, bien que leur contenu intestinal soit constitué à peu près uniquement par des Giardies, ne présentent pas de diarrhée. Le rectum ne renferme, en effet, que des excréments normaux ou presque normaux.

Certes, la plus grande prudence s'impose avant d'accuser la Giardie d'être l'agent de la Paraplégie enzootique (terme d'ailleurs parfaitement inexact), mais, à la lueur des constatations que nous avons faites dans la coccidiose des jeunes agneaux, il est permis de se demander si une sécrétion particulière à la Giardie, agissant sur les centres nerveux et le tissu rénal, résorbée par un intestin plus ou moins lésé, ne donne pas la clef de cette affection.

Nous penchons d'autant plus volontiers vers la réalité d'une action toxique propre au parasite, spécifique en un mot, et non vers celle d'une résorption de produits toxiques intestinaux, que les symptômes constatés, toujours les mêmes pour un parasite donné, Coccidie ou Giardie, diffèrent totalement suivant qu'il s'agit de l'un ou de l'autre d'entre eux.

PROTOZOOLOGIE. — *Sur un parasite nouveau du paludisme des oiseaux.* Note de MM. **Ed.** et **Et. Sergent** et **A. Catanei**, présentée par M. F. Mesnil.

Des canaris élevés en Algérie ont présenté un hémocytozoaire particulier, dont une souche, entretenue au laboratoire à l'état de pureté depuis 8 ans, par quatorze passages d'oiseau à oiseau, a conservé ses caractères. Les treize souches étudiées sont identiques.

Après l'inoculation intrapéritonéale à un canari (reconnu neuf par l'isodiagnostic) de 2 ou 3 gouttes de sang infecté, l'incubation est de 21 jours en moyenne (minimum 11 jours, maximum 48 jours, sur 26 oiseaux). Le début de l'accès de première invasion est marqué par l'apparition de très rares parasites, dont le nombre n'augmente que lentement pour atteindre son maximum au bout de 1 à 3 semaines. Le maximum a été de 40 parasites pour 250 globules rouges (chez 50 oiseaux inoculés). Le nombre des parasites diminue ensuite en quelques jours. Au cours de l'infection chronique qui suit, les parasites se montrent presque en permanence dans le sang périphérique. Des rechutes se produisent avec irrégularité. On n'a jamais vu guérir cette infection chronique, au cours d'observations qui ont duré 2 ans, 2 ans et 2 mois, 2 ans et 3 mois, 3 ans et 8 mois (ce dernier cas terminé par une rechute mortelle). Cette infection est hautement pathogène : 15 morts sur 50 infectés. La splénomégalie est de règle. Pas de lésions des globules rouges.

Le jeune parasite se caractérise par la présence constante de 2 grains de pigment inégaux; en grandissant il prend une forme allongée, sans jamais dépasser le noyau du globule rouge. Les éléments de 2 à 4^{μ} de longueur sur 1^{μ} ou $1^{\mu},5$ de largeur sont toujours les plus nombreux; ils ont le plus souvent, sur les préparations colorées, une forme quadrangulaire remarquable. La longueur maxima du parasite ne dépasse guère 10^{μ}. Il ne se recourbe que rarement et légèrement aux extrémités. Les schizontes comptent quatre mérozoïtes disposés autour du pigment. Leur dimension moyenne est de $3^{\mu},3$ sur $1^{\mu},6$. Les gamètes sont les formes les plus grandes.

L'évolution schizogonique distingue le parasite des canaris algériens des *Hæmoproteus*. Les caractères énoncés le rangent dans le genre *Plasmodium*. Il diffère de *Plasmodium relictum* Grassi et Feletti 1891 [= *Proteosoma* Labbé, = *Plasmodium præcox* Grassi et Feletti 1890 (1)] par sa morphologie, le fait de ne pas déplacer le noyau du globule rouge et les résultats des inoculations croisées de Laveran et Mesnil : des oiseaux infectés de *Pl. relictum* ne sont pas prémunis contre le parasite étudié, et réciproquement. On a parfois observé, chez les oiseaux ayant les deux infections, que lorsque l'une d'elles est à son stade aigu, les parasites de l'autre disparaissent momentanément du sang périphérique.

---

(1) Le nom de *Pl. præcox* Grassi et Feletti doit être réservé au parasite humain de la tierce maligne (*Boll. mens. d. Acc. gioenia di Sc. nat. in Catania*, mars et juin 1890, XIII et XIV, p. 2, et *Centralbl. f. Bakt. u. Paras.*, 9, 1891, p. 430 et 465).

Il n'est pas possible de comparer le parasite des canaris algériens aux deux espèces nouvelles : *Pl. cathemerium* et *Pl. inconstans* de Hartman dont la description publiée est très succincte (¹) et que les savants de Baltimore disent avoir confondues jusqu'à présent avec *Pl. relictum*.

Le *Plasmodium* dont se rapproche le plus le parasite des canaris algériens est *Pl. vaughani*, décrit en 1904 par Novy et Mac Neal de *Merula migratoria* (= *Turdus migratorius*), Merle erratique de l'Amérique septentrionale (²). Il s'en différencie non seulement par son hôte vertébré qui est différent, mais par les caractères suivants propres au *Pl. vaughani* : un seul grand grain de pigment; présence d'un grand globule brillant, réfringent, incolore; parasite non pathogène.

Le parasite étudié chez les canaris d'Algérie est donc une espèce nouvelle pour laquelle nous proposons le nom de *Plasmodium rouxi*. L'intérêt de son étude vient de la ressemblance du paludisme des Oiseaux avec le paludisme humain, et de la possibilité d'étendre le champ des essais de la chimiothérapie.

La séance est levée à 16h15m.

E. P.

(¹) G.-G. Huff, *Amer. Journ. of Hyg.*, 7, novembre 1927, p. 706.
(²) *Amer. Med.*, 8, xxii, 1904, p. 932.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de février 1928.

L'œuvre de Marcelin Berthelot, par Eyvind Boedtker. Oslo, Kirste, 1928; 1 fasc. 20^{cm},5. (Présenté par M. Matignon.)

Notre sixième sens, par Charles Richet. Paris, Ed. Montaigne, 1928; 1 vol. 19^{cm}.

Mouvement des projectiles autour de leur centre de gravité et conditions à remplir pour assurer leur stabilité, par M. de Sparre. Paris, Gauthier-Villars et Cie, et Presses universitaires de France, 1927; 1 fasc. 25^{cm},5.

Histoire de l'invention de la métrophotographie, par M.-G. Bruel. (Extrait de la *Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France*.) Moulins, 24 février 1927; 1 fasc. 20^{cm},5.

Union géodésique et géophysique internationale, section de Géodésie. *Rapports généraux sur les nivellements de précision exécutés, de* 1912 *à* 1924, *dans les cinq parties du monde*, par Charles Lallemand. (Extrait des *Comptes rendus des travaux de la Section de Géodésie.*) Paris, Société générale d'imprimerie et d'édition, 1927; 1 fasc. 28^{cm},5.

In Memoriam N. I. Lobatschevskii. Vol. II. *Collection des Mémoires présentés par les savants de divers pays à la Société physico-mathématique de Kasan à l'occasion de la célébration du centenaire de la découverte de la Géométrie non-euclidienne par N. I. Lebatcheffsky* (12-24 février 1826). Kasan, 1927; 1 vol. 22^{cm},5.

Ad Annum MCMXXVI centesimum a Geometra kazaniensi N. I. Lobacewski noneuklideæ Geometriæ systematis inventi concelabrandum. Kazan, 1927; 1 vol. 26^{cm},5.

Anatomie comparée du cerveau, par R. Anthony. Paris, Gaston Doin et Cie, 1928; 1 vol. 23^{cm},5. (Présenté par M. Bouvier.)

L'Astronomie à Béziers. L'Observatoire. La querelle Cassini-Lalande, par Guillaume Bigourdan. (Extrait des *Comptes rendus des Sociétés savantes* en 1926.) Paris, Imprimerie nationale, 1927; 1 fasc. 25^{cm}.

L'ancien Observatoire de Marseille de 1810 *à* 1821, Rapport présenté au Congrès de Lyon de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, par Guillaume Bigourdan. Paris, Association française pour l'Avancement des Sciences, 1926; 1 fasc. 24^{cm}.

(*A suivre.*)